சுக்ரியவியல், பரிணாமம், மரபியல்

பாலச்சந்திரகுணரசி
(கே. அ. சி.)

க. நூ. வெ. இ. வரிசை எண்—252

சூழ்நிலையியல், பரிணமம், மரபியல்

(பட்டப்படிப்புக்குரிய சிறப்புப் பாடம்)

ஆசிரியர்

கே. ஆர். பாலச்சந்திரகணேசன்

பேராசிரியர், தாவரவியல் துறை,

பெரியார் ஈ. வெ. ரா. கல்லூரி,

திருச்சி.

கல்லூரி நூல் வெளியீட்டு இயக்குநரகம்

தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்

First Edition—November, 1970

D.C.P. No. 252

ECOLOGY, EVOLUTION AND GENETICS (Major)

K. R. BALACHANDRAGANESAN

Net Price Rs. 8-25
(No discount)

Printed By
ANURADHA ACCHAGAM,
146, T. H. Road, Madras-21.

அணிந்துரை

(திரு இரா. நெடுஞ்செழியன், தமிழகக் கல்வி-சுகாதார அமைச்சர்)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கிப் பத்து ஆண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர்கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்று வந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப்படிப்பு வகுப்புகளிலும் விஞ்ஞானப் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மனநிறைவும் தரத்தக்க வகையில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் கலை, அறிவியல் பாடங்களை மாணவர்க்குத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்பதற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக் கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெரு முயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக்கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், கணிதம், பௌதிகம், வேதியியல், உயிரியல், வானியல், புள்ளியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனத்தின் கல்லூரி நூல் வெளியீட்டு இயக்குநரகம் நூல்களை வெளியிட்டு வருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றுன **'சூழ்நிலையியல், பரிணாமம், மரபியல்'** என்ற இந் நூல் தமிழ்நாட்டுப் பாடநூல் நிறுவனம்—கல்லூரி நூல் வெளியீட்டு இயக்குநரகத்தின் **252**ஆவது வெளியீடாகும். இதுவரை **287** நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர்களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும்; அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பலவகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம் கலந்த நன்றி உரித்தாகுக.

இரா. நெடுஞ்செழியன்

பொருளடக்கம்

முதற் பகுதி

சூழ்நிலையியல் (Ecology)

கூட்டுச் சூழ்நிலையியல் (Synecology)

தனிச்சூழ்நிலையியல் (Autecology)

4. தண்ணீர்

தண்ணீரின் முக்கியத்துவம்—வளிஈரம், மண்ணீரம்—புவியீர்ப்பு நீர்—நுண்துளை நீர்—ஈரப் பசை நீர்—ஒன்று சேர்ந்த நீர்—நிலநீர் ஓட்டம்—நிலையான வாடல் வீதம்—தாவரங்களும் மண்ணீரமும் — நிலத் தாவரங்களுக்குள்ள நீர்ச் சமநிலைப் பிரச்சினைகள்—புற அமைப்பியல், செயலியல் பண்புகள்—தாவரங்களின் வகைபாடு.

அ. நீர்த் தாவரங்கள்

புற அமைப்பியல் தக அமைவுகள்—உள்ளமைப்புத் தக அமைவுகள் — நீர்த் தாவரங்களின் வகைபாடு—தனியாக மூழ்கியவை—மூழ்கி ஊன்றியவை—ஊன்றி மிதப்பவை—நீர்நிலத் தாவரங்கள்— தக அமைவுகள்.

ஆ. வறள்நிலத் தாவரங்கள்

வகைபாடு—வறட்சியினின்றும் தப்பிப்பவை —தவிர்ப்பவை—தாங்குபவை — எதிர்ப்பவை—குறைவாழ்வுடைய ஓராண்டுத் தாவரங்கள்—சதைப் பற்றுடையவை — சதைப்பற்றில்லாத பல்லாண்டுத் தாவரங்கள்—தக அமைவுகள்—உண்மையான வறட்சியும் செயலியல் வறட்சியும்—செயலியல் வறட்சி—உவர் நிலத் தாவரங்கள் — சீதள மண்டல மரங்கள் — அமில நிலத் தாவரங்கள்.

இ. மையநிலைத் தாவரங்கள்

வகைபாடு — மேய்தல் — நெருப்பு—தாவரங்களும் மனிதனும்—விலங்குகளும் தாவரங்களும் — இணைந்த கூட்டுயிர் வாழ்வு — லையேன்கள் தொற்றுத் தாவரங்கள் — ஒட்டுண்ணிகள்—பரிமாற்ற—இணைந்த கூட்டுயிர் வாழ்வு—லைக்கன்—பாக்டீரியா—பூஞ்சை ஜீவி—வேரிப் பூஞ்சை—அக, புற ஜீவிகள்.

இரண்டாம் பகுதி
பரிணாமம் (Evolution)

மூன்றும் பகுதி

மரபியல் (Genetics)

முதற் பகுதி

சூழ்நிலையியல்

(ECOLOGY)

கூட்டுச் சூழ்நிலையியல்

(Synecology)

1. முன்னுரை

உலகின் பல பாகங்களிலும் தாவரங்கள் வளர்ந்துள்ளன. அவை மலையுச்சிகளிலும், மடுக்கள் பள்ளத்தாக்குகளிலும், சீதள மண்டலங்கள்—பனிப்பாறைகளிலும், வெப்ப மண்டலத்திலும், வெந்நீர் ஊற்றுக்களிலும், மழையதிகமான இடங்களிலும், மழையே இல்லாத இடங்களிலும் காணப்படுகின்றன. இவ்விதம் பார்க்கும் இடங்களிலெல்லாம் நீக்கமற நிறைந்திருக்கும் தாவரங்கள் எல்லா இடங்களிலேயும் ஒரே மாதிரியாக இருப்பதில்லை. பல்வேறு இடங்களிலும் பலவகையான தாவரங்களைக் காணுகிறோம். நீரில் கண்ட தாவரங்களை நிலத்தில் காண முடிவதில்லை. நிலத்தில் வளர்ந்த தாவரங்கள் நீரில் வளர்ந்திருப்பதில்லை. ஒவ்வொரு தாவரமும் ஒரு குறிப்பிட்ட சூழ்நிலையில் வாழுகின்றது என்றும், சூழ்நிலைக்குத் தகுந்தவாறு தாவரங்கள் வாழுகின்றன என்பதும் தெளிவாகிறது. சூழ்நிலை தாவரங்களைப் பலவிதங்களில் பாதிக்கிறது. சூழ்நிலை என்பது தாவரத்தைச் சுற்றிக் காணப்படும் மண், மழை, வெப்பநிலை, சூரிய வெளிச்சம், மற்ற உயிரினங்கள் ஆகியவற்றைக் குறிக்கும். இவைகளுக்குச் சூழ்நிலைக் காரணிகள் (Environmental factors) என்று பெயர். ஒரு குறிப்பிட்ட சூழலில் தாவரம் வாழும் இடத்திற்கு வாழ்விடம் (Habitat) என்று பெயர். ஒரு வாழ்விடத்தில் குறிப்பிட்ட விதமான சூழ்நிலைக் காரணிகள் அமைந்திருக்கும். இக் காரணிகள் அங்கு வாழும் தாவரத்தினைப் பல வழிகளிலும் பாதிக்கின்றன. தாவரமும் அதன் வாழ்விடத்தில் அமைந்த சூழ்நிலைக் காரணிகளைத் தன்னால் இயன்ற அளவு மாற்றுகிறது. தாவரத்திற்கும் அதன் சூழ்நிலைக்கும் உள்ள உறவு முறையைப்பற்றிப் படிக்கும் தாவரவியலின் துணையியலுக்குச் சூழ்நிலையியல் (Ecology) என்று பெயர்.

எகாலஜி (Ecology) என்ற சொல் ரேய்டர் (Reiter) என்ற அறிஞரால் முதன் முதல் பயன்படுத்தப்பட்டது. 'உயிரினங்களுக்கும் சூழ்நிலைக்கும் உள்ள எதிர் உறவு முறைகளைப் (Raciprocal relations) பற்றிப் படிப்பதற்குச் சூழ்நிலையியல்' என்று ஹேகல் (Hackel) என்பவர் குறிப்பிடுகிறார்.

சூழ்நிலையியல், தாவரச் சூழ்நிலையியல் (Plant ecology) என்றும், விலங்குச் சூழ்நிலையியல் (Animal ecology) என்றும் இரு பிரிவுகளையுடையது. தாவரச் சூழ்நிலையியல், கூட்டுச் சூழ்நிலையியல் (Synecology) என்றும், தற்சூழ்நிலையியல் (Autecology) என்றும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரித்து அறியப்படும். தற்சூழ்நிலையியலில் தாவரங்களின் அமைப்பு, வகைகள், வழிமுறை வளர்ச்சி (succession) அதற்கான காரணங்கள் முதலியன அடங்கும். தற்சூழ்நிலையியலில் தாவரங்களை எவ்வாறு சூழ்நிலைக் காரணிகள் பாதிக்கின்றன என்பதுபற்றிப் படிப்போம்.

நூலின் இரண்டாவது பகுதி, பரிணமம் பற்றியது. உலகம் தோன்றியது முதல் உயிர் தோன்றி, ஒன்று பலவாகி, பல மிகப் பலவாகி, பலவித இனங்களாகி, வகைகளாகி எண்ணற்ற பல் கோடி உயிரினங்கள் இன்று வாழ்ந்துவருவதற்கான காரணங்களையும் விளக்கங்களையும் இப் பகுதியில் காண்போம். நில இயலின் நீண்ட வரலாறும் அதனூடே தாவரங்களின் வாழ்க்கையை உலகம் தோன்றியதுமுதல் இன்றுவரை விவரமாக விளக்கப்பட்டுள்ளது.

நூலின் மூன்றும் பகுதியில் மரபியல்பற்றிச் சொல்லப் பட்டுள்ளது. 'வேம்பு போட்டால் வேம்புதான் முளைக்கும்' என்பது நாட்டில் உலவிவரும் பழமொழி. வேப்பமரத்தின் விதையை முளைக்கப்போட்டால், விதை முளைத்து, வளர்ந்து ஏன் வேப்பமரமே உண்டாக வேண்டும்? வேப்பமரத்திற்குரிய பண்புகள் வித்திலே அடங்கியுள்ளன. பெற்றோர்களின் பண்புகள் பிள்ளைகளில் காணப்படுகின்றன. இவற்றிற்கான காரணம் பாரம்பரியமே. பாரம்பரியமும், வேறுபாடுகளும், சடுதிமாற்றமும் இனத்தோற்றமும், முன்னேற்றமான பயிரிடும் முறைகளும் மரபியல் என்ற பகுதியில் சொல்லப்பட்டுள்ளன.

2. தாவரக் கூட்டத்தின் பிரிவுகள்

(Units of Vegetation)

ஒரு கண்டத்தின் (continent) காலநிலை (climate) எல்லா இடங்களிலும் ஒரே மாதிரியாக இருப்பதில்லை. காலநிலைக் காரணிகளான மழை, வெப்பநிலை (temperature), காற்று, காற்றீரப் பசை (humidity), கடல் மட்டத்திற்குமேல் உள்ள உயரம் (altitude) முதலியவைகளைப் பொறுத்துத் தாவரங்கள் வேறுபடுகின்றன. தாவரக் கூட்டம் இக்காரணிகள் உருவாக்கிய சூழலில் பல தாவரத் தொகுதிகளாக வாழ்ந்து வருகின்றன.

1. தாவர அமைவு (Plant formation): தாவர அமைவு என்பது தாவரக் கூட்டத்தின் பெரும் பிரிவாகும். ஒவ்வொரு தாவர அமைவிற்கும் தனியான அமைப்பும் வளர்ச்சியும் உண்டு. அது குறிப்பிட்ட சூழ்நிலைக் காரணிகளால் உருவாகியது; அக்காரணிகளால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில், ஒரேமாதிரியான தட்பவெப்ப நிலையில் இத்தகைய தாவர அமைவு மாறுமல் இருக்கும். ஒரேமாதிரியான தட்பவெப்ப நிலை உள்ள இடங்களிலெல்லாம் ஒரேமாதிரியான தாவர அமைவு காணப்படும். உதாரணமாக இந்தியாவின் தக்காண பீடபூமியில் (deccan plataeu) ஒரேமாதிரியான தட்பவெப்பநிலை உள்ளதால் இப்பிரதேசமெங்கும் முட்காடுகள் (scrub jungle) காணப்படும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட தட்பவெப்ப நிலையில் காணும் மிகச் சிறந்த உயர்நிலைத் தாவரக் கூட்டம் தாவர அமைவு ஆக இருப்பதால், இதற்கு உச்சநிலை அமைவு (climax formation) என்று பெயர். ஒவ்வொரு தாவர அமைவிலும் ஒன்று அல்லது இரண்டு விஞ்சு தன்மைபெற்ற (dominant) இனங்கள் காணப்படுகின்றன. அமைவின் புறத் தோற்றத்தை (physiogromy) இந்த விஞ்சு

தன்மை பெற்ற இனங்கள் தீர்மானிக்கின்றன. அமைவில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட இனங்கள் விஞ்சு தன்மை பெற்றிருந்தால் அவற்றின் வளர் உருவம் (growth-form) ஒரே மாதிரியாக இருந்து ஆத்தகைய அமைவிற்கு ஒரு தோற்றத்தை அளிக்கிறது. உதாரணமாக இலையுதிர் காடுகள் (deciduous forests) என்ற அமைவில் தேக்கு (tectona grandis), வேங்கை மரம் (pterocarpus marsupium), நெல்லி (emblica officinalis), ஷோரியா ரோபஸ்டா (shorea robusta), குளோரோ சைலான் (chloroxylon), போன்ற பல மரங்கள் அமைவின் பல பகுதிகளிலும் விஞ்சு தன்மைபெற்று விளங்குகின்றன. இம்மரங்கள் கோடைகாலத்தில் தம் இலைகளை உதிர்த்துவிடுகின்றன. இவையாவும் ஒரே மாதிரியான வளர் இயல்பினைக் (habit) கொண்டிருப்பதால், அமைவின் வெளித் தோற்றத்தைத் தீர்மானிக்கின்றன. மற்றும் இவை மற்ற தாவரங்களின் வியாபகத்தையும் (distribution) கட்டுப்படுத்து கின்றன. நம் நாட்டில் காணப்படும் முக்கியமான தாவர அமைவுகள்.

1. வெப்ப மண்டல மழைக் காடுகள் (tropical rain forests)
2. இலையுதிர் காடுகள் (deciduous forests)
3. முட்காடுகள் (scrub jungle)
4. உவர் சதுப்பு நிலத் தாவரங்கள் (mangrove vegetation)

2. தாவரச் சேர்க்கை (The association): ஒவ்வொரு உச்ச நிலை அமைவும் இரண்டு அல்லது மூன்று தாவரச் சேர்க்கைகள் என்ற பெரும் உட்பிரிவுகளைக் கொண்டிருக்கும். ஒரு பிரதே சத்திலுள்ள உச்சநிலைத் தொகுதியே அமைவு எனப்படும். இத்தகைய அமைவு உள்ள இடத்தில் தட்பவெப்ப நிலையில் சிற்சில மாறுபாடுகள் காணப்படும். ஒரு குறிப்பிட்ட சிறிய பிரதேசத்தில் பொதுநிலையில் உள்ள தட்பவெப்ப நிலையி னின்று மாறுபட்டுச் சிறு காலநிலைகள் (micro climates) ஏற்படும். இத்தகைய சிறு காலநிலைகளில் காணப்படும் தாவரத் தொகுதி களே தாவரச்சேர்க்கை எனப்படும். தாவரச் சேர்க்கையில் இரண்டும் அதற்கு மேற்பட்ட விஞ்சு தன்மை பெற்ற உச்சநிலைத் தாவரங்களும் காணப்படும். சென்னைக்கு அருகில் உள்ள வண்ட லூரில் முட்காடுகளின் அமைவு காணப்படுகிறது. இதில் பல தற்காலிகமான சிறுநீர்த் தேக்கங்கள் உள்ளன. இவற்றில் நீர்த் தாவரங்கள் (hydrophytes) காணப்படுகின்றன. நீர்நிலைகளுக் கருகில் பல இடைநிலைத் தாவரங்களும் (mesophytes) காணப்படும் எனவே, தாவரச்சேர்க்கை என்பது புறத் தோற்றத்திலும், சூழ் நிலை அமைப்பிலும் மலரியல் சேர்க்கையிலும் (floristic

composition) அமைமைவிட, ஒரேமாதிரியாக அமைந்திருக்கும் முட்காடு என்ற அமைவில் பல சேர்க்கைகள் காணப்படும்.

1. டைக்ரோஸ்டேகிஸ்—டிரெலோபியம் சேர்க்கை (Dichrostachys-Pterolobium association)

2. யுபோர்பியா ஆன்டிகோரம்-ஸிரோபீஜியா சேர்க்கை (Euphorbia antiquorum-Ceropegia association)

3. **ஓரினச் சேர்க்கை (The consociation):** ஒவ்வொரு தாவரச் சேர்க்கையிலும் விஞ்சு தன்மை பெற்ற தாவரங்கள் உள்ளன. இவற்றுள் விஞ்சு தன்மை பெற்ற ஒரு குறிப்பிட்ட இனத்தைச் சேர்ந்த தாவரத் தொகுதியை ஓரினச்சேர்க்கை என்கிறோம்.

ஓரிடத்தில் உள்ள விஞ்சு தன்மை பெற்ற தாவரத்தின் தேவைக்கேற்ப அவ்விடத்தில் உள்ள சூழ்நிலைக் காரணிகள் (enviornmental factors) மாறுதலடைகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட வாழ்விடத்தில் மற்ற விஞ்சு தன்மைபெற்ற தாவரங்கள் இல்லாவிடில், ஓரினச் சேர்க்கை தெளிவாகக் காணப்படும். உதாரணமாக முட்காடுகள் என்ற அமைவில் பீரெலோபியம், முப்பட்டைக் கள்ளி, டைக்ரோஸ்டேசிஸ் போன்ற தாவரங்கள் காணப்பட்டாலும், ஓரே ஒரு இனமான முப்பட்டைக்கள்ளி மற்ற தாவரங்களை விட விஞ்சு தன்மை பெற்றுக் காணப்படும். இதைத் தவிர, ராண்டியா மலபாரிகம் (Randia malabaricum) எக்ரீஷியா பக்ஸிபோலியா (Echretia buxifolia) போன்ற இரண்டாம்தர இனங்களும் (secondary species) காணப்படும். ஓரினச் சேர்க்கை என்பது விஞ்சு தன்மை பெற்ற இனத்தை அடிப்படையாக வைத்துப் பிரித்து அறியும் தாவரப் பிரிவாகும்.

4. **தாவரச் சமூகம் (The Society):** இது தாவரச் சேர்க்கையின் ஒரு பகுதியாகும். ஓரிடத்தில் விஞ்சு தன்மை பெற்ற தாவர இனங்களின் கீழே காணப்படும் இரண்டாம் தர விஞ்சு தன்மை பெற்ற தாவரங்களுக்கு (Sub dominants) தாவரச் சமூகம் என்று பெயர். இத் தாவரங்கள் அவ்விடத்தைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. எனவே சமூகம் என்பது விஞ்சு தன்மைபெற்ற தாவரங்களுக்கு உள் அடங்கிய விஞ்சு தன்மை பெற்ற தாவரங்களாகும். உதாரணமாக, வெப்ப மண்டலக் காடுகளில் ஓங்கி உயர்ந்த தாவரங்கள் விஞ்சு தன்மை பெற்றுக் காணப்படும். அவற்றின் கீழே புதர்ச்செடிகளும் (Shrubs), சிறு செடிகளும் (Herbs) மரங்களுக்கு உள்ளடங்கி தவிஞ் சுன்மை பெற்றுக் காணப்படும்.

புறத்தோற்றத்தின் இயல்பினைக் குறித்துத் தாவரச் சமூகம் மூன்று வகைப்படும்.

(a) தோற்றச் சமூகம் (Aspect society)

(b) அடுக்குச் சமூகம் (Loyer Society)

(c) பூவரத் தாவரச் சமூகம் (Cryptogamic society)

(a) தோற்றச் சமூகம் : ஓரிடத்தின் தட்ப வெப்ப நிலைகளுக்கேற்பப் பல தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய பல்வேறு இனத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களும் வளர்பருவத்தின் (Growing season) வேறுபட்ட காலங்களில் அதிகமான வளர்ச்சியையும், பூக்கள், கனிகளையும் கொடுக்கும். இச் சமயங்களில் இத் தாவரங்கள் தாவரச் சேர்க்கைக்கே புதியதொரு தோற்றத்தைத் தரும். உதாரணமாக மலைப் பகுதிகளில் சுமார் 3000 அடிமுதல் 5000 அடி வரையில் புல்வெளித் தாவரக்கூட்டம் (Grassland vegetation) என்ற தாவர அமைவு காணப்படும். இந்தத் தாவர அமைவில் பொதுவாகப் பல இனத்தைச் சேர்ந்த புற்கள் விஞ்சு தன்மை பெற்று விளங்குகின்றன. ஆனால், நீலகிரி, கொடைக்கானல மலைப் பகுதிகளில் காணப்படும் புல்வெளிகளில் சில பருவங்களில் குறிஞ்சி (Strobilanthus kunthianus) போன்ற செடிகள் ஒரே சமயத்தில் பூத்துக் குலுங்குவதால், அப் பிரதேசத்திற்கே புதியதொரு பொலிவினைத் தருகின்றன.

இலையுதிர் காடுகளில் பொதுவாக மரங்கள் விஞ்சு தன்மை பெற்று விளங்கும். இலையுதிர் பருவத்தில் அம் மரங்களுக்குக் கீழே வளர்ந்துள்ள ஸாலிடாகோ (Solidago), யூபடோரியம் (Eupatorium), ஆஸ்டெர் (Aster), ஸில்பியம் (Silphium) போன்ற செடிகள் ஒரே சமயத்தில் பூத்தலால் தோற்றப் பொலிவைக் கொடுக்கின்றன.

(b) அடுக்குச் சமூகம் : அடுக்குச் சமூகம் அடர்த்திக் குறைவான காடுகளில் தெளிவாகக் காணப்படும். இக் காடுகளில் உயர்ந்த மரங்கள் விஞ்சுதன்மை பெற்று மேல் வரிசையில் காணப்படும். இவைகளுக்குக் கீழே உள்ள வரிசையில் உயரம் அதிகமாயுள்ள புதர்ச்செடிகளும், பிறது உயரம் குறைவாயுள்ள புதர்ச்செடிகளும் அமைந்திருக்கும். அடுததுள்ள கீழ்வரிசையில் உயரமான செடிகளும் அதற்கு அடுத்துள்ள கீழ்வரிசையில் உயரம் குறைவாயுள்ள செடிகளும் காணப்படுகின்றன. இப்படியாகத் தாவரக் கூட்டங்கள் பல அடுக்கங்கங்களில், பல வரிசைகளில் அமைந்திருப்பதை வெப்ப மண்டலக்காடுகளிலும் இலையுதிர்காடுகளிலும் காணலாம்.

(c) பூவாத் தாவரச் சமூகம்: இது தோற்ற, அடுக்குச் சமூகங்களின் தொடர்ச்சியே ஆகும். உதாரணமாக வெப்பமண்டலக் காடுகளில் விஞ்சு தன்மைபெற்ற உயர்ந்த மரங்களின் கீழே பல அடுக்குச் சமூகங்கள் உள்ளன. இவற்றுக்குக் கீழே தரையில் லைகோபாடியம் (Lycopodium, சிலாஜினெல்லா (Selaginella), மாஸ்கள் (Mosses), லிவர்வொர்ட்கள் (Liverworts), பூஞ்சைகள் (Fungi), பாசிகள் (Algae) போன்ற பூவாத்தாவரங்கள் காணப் படும். உச்சநிலைத் தாவரங்களும், வளர்தாவரங்களும், (Climax and seral Communities) நன்கு வளர்ந்து விஞ்சு தன்மை பெற்ற தாவரங்களுக்கு உச்சநிலைத் தாவரத் தொகுதி (Climax Commu-ni.y) என்று பெயர். உச்சநிலைத் தாவரத் தொகுதியின் பல உட் பிரிவுகளையும் நாம் கண்டோம். இவைகளுக்குச் சமமான வளரும் பருவத்தில் உள்ள தாவரத்தொகுதிகளுக்கு வளர்தாவரத் தொகுதி கள் (Seral Communities) என்று பெயர். உச்சநிலைத் தாவரங் களும் அவைகளுக்குச் சமமான வளர்தாவரத் தொகுதிகளும் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளன.

உச்சிநிலைத் தாவரத் தொகுதி	**வளர்தாவரத் தொகுதி**
சேர்க்கை (Association)	வளர் சேர்க்கை (Associes)
ஓரினச் சேர்க்கை (Consociation)	வளர்ஓரினச் சேர்க்கை (Consocies)
(சமூகம், Society)	வளர் சமூகம் (Socies)
தோற்றச் சமூகம்	தோற்றச் சமூகம்
அடுக்குச் சமூகம்	அடுக்குச் சமூகம்

குடும்பம் (The Family): தாவரங்களே இல்லாத வெற்று நிலத்தில் புதிதாக வந்து குடியேறும் ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களுக்குக் குடும்பம் என்று பெயர். இரயில்வே சரிவு களில் (Rail way slopes) வளர்ந்துள்ள பிரம்மத்தண்டுச் செடிகளை (Argumone mexicana) உதாரணமாகக் கொள்ளலாம்.

கூட்டம் (The colony): இப் புதிய இடத்தில் ஒரே குடும்பத் தைச் சேர்ந்த பல தாவரங்கள் குடியேறியபின், மற்றும், பல குடும்பங்களைச் சேர்ந்த தாவரங்களும் வந்து குடியேறுகின்றன. இதற்குக் கூட்டம் என்று பெயர். புதிய வெற்று நிலத்தில் ஓல்டென்லாண்டியா அம்பெல்லேடா (Oldenlandia umbellata), ஹைட்ரோபைலாக்ஸ் மாரிடிமா (Hydropuylax maretima), எவால் வுலஸ் அல்ஸினுய்டிஸ் (Evolhulus ulsinoides) போன்ற தாவரங் கள் வந்து குடியேறித் தாவரக் கூட்டங்களாகின்றன.

தாவரக் குடும்பமும் கூட்டமும் வளர்பருவத்தில் உள்ள தாவரங்களையே குறிக்கும். அதனால் இவைகளுக்குச் சமமான உச்சநிலைத் தாவரத் தொகுதிகள் கிடையாது.

3. தாவர வழிமுறை வளர்ச்சி

(Plant succession)

தாவரக் கூட்டம் வளர்ச்சி அடையும்பொழுது, ஒரே வாழ் விடத்தில் மாறுபட்ட பல தாவரத் தொகுதிகள் படிப்படியாக வந்தடைந்து வாழ்ந்துவரும். இத்தகைய செயல்முறைக்குத் தாவர வழிமுறை வளர்ச்சி என்று பெயர். இது இருவிதமான நிலங்களிலிருந்து ஆரம்பமாகும்.

1. முதல் நிலை வெற்று நிலம் (Primary bare area) இவ் விடத்தில் எந்தவிதமான தாவரங்களும் அல்லது அவற்றின் வித்துக்களும் இல்லாமல் இருக்கும். உ-ம். தாவரங்கள் எதுவு மில்லாத நீர்நிலை, பாறை, மணல் முதலியன.

2. இரண்டாம் நிலை வெற்று நிலம் (Secondary bare area) இத்தகைய வெற்று நிலத்தில் முதலில் தாவரக் கூட்டங்கள் நன்றாக வாழ்ந்திருக்கும். காட்டுத்தீ போன்ற இயற்கைக் காரணி களினாலும், அல்லது மனிதனது காடு திருத்திக் கழனியாக்கும் செயலினாலும் மரங்களெல்லாம் வெட்டப்பட்டு, வெற்று நிலமாக ஆகியிருக்கும். எனவே, இவ்வெற்று நிலத்தில் முன்பு வாழ்ந்த தாவரங்களின் உறுப்புக்களும் இனப்பெருக்கு வித்திகளும் (Propagules) காணப்படும்.

வழிமுறை வளர்ச்சி படிப்படியாகத் தொடர்ந்து இறுதியில் வாழ்விடக் காரணிகளுக்குச் சமன்பாடான தாவரத் தொகுதியில் நிலையாக்கப்படும். இத்தாவரத் தொகுதிக்கு உச்சநிலைத் தாவரக் கூட்டம் (Climax Community) என்று பெயர். உச்சநிலைத் தாவரக் கூட்டத்தைவிட வெற்று நிலம் ஈரமானதாக அல்லது வறண்ட தாக இருக்கும். நிலம் ஈரமானதாக இருந்தால் வழிமுறை வளர்ச்சியின் போக்கு நீரிலிருந்து இடைநிலையை நோக்கிச் செல் லும். நிலம் வரண்டதாக இருந்தாலும் வழிமுறை வளர்ச்சியின் போக்கு இடைநிலையை நோக்கியே செல்லும். புறக்கோடியான இவ்விரு சூழல்களிலிருந்து இறுதியில் நிலையாக்கப்படுவது உச்சநிலைத் தாவரக் கூட்டமே. இவை மிதமான தட்ப

வெப்ப நிலையில் வாழும் இடைநிலைத் தாவரங்களாகும். (Mesophytes). சுருங்கக்கூறின், வழிமுறை வளர்ச்சி என்பது பல நிலைகளைக் கடந்து உச்சநிலைத் தாவரக் கூட்டத்தை நோக்கியே நடைபெறும்; அத்தாவரக் கூட்டம் பொதுவாக, இடைநிலைத் தாவரங்களில் முடிவுறும்.

வழிமுறை வளர்ச்சி நீர்வளமுடைய குளம், குட்டை, ஏரிகளிலிருந்து ஆரம்பமானால் நீர் வழிமுறை வளர்ச்சி (Hydrarch succession) எனப்படும். வழிமுறை வளர்ச்சி வறண்ட வாழ்விடங்களிலிருந்து ஆரம்பமானால், வறள்நில வழிமுறை வளர்ச்சி (xerarch succession) எனப்படும். இவ்வழிமுறை வளர்ச்சி தாவரங்களேயில்லாத பாறையிலிருந்து ஆரம்பமானால் பாறை வழிமுறை வளர்ச்சி (lithosere)எனப்படும். இது தாவரங்களற்ற வெற்று மணலிலிருந்து ஆரம்பமானால் மணல் வழிமுறை வளர்ச்சி (Psammosere) எனப்படும். ஒவ்வொரு வழிமுறை வளர்ச்சியிலும் பல பகுதிகள் உள்ளன. ஒவ்வொரு பகுதியும் ஒரு நிலை (sere or stage) எனப்படும். ஒவ்வொரு நிலையையும் ஒரு குறிப்பிட்ட வகைத் தாவரத் தொகுதிகளினால் அடையாளம் கண்டுகொள்ளலாம். ஒரு நிலையில் உள்ள தாவரத் தொகுதிகள் அடுத்த நிலைக்குரிய தாவரத் தொகுதிக்கு வழிவகுத்து, வழிமுறை வளர்ச்சியை உச்சநிலைத் தாவரக் கூட்டத்திற்குக் கொண்டு செலுத்தும். இதற்குப் பின் வழிமுறை வளர்ச்சி நின்றுவிடும். எனவே, வழிமுறை வளர்ச்சியிலும் தனித்ததொரு தாவரத்தின் வாழ்க்கை வட்டத்தில் உள்ளதைப் போலவே பிறப்பு, வளர்ச்சி, முதிர்ச்சி (Maturity) என்ற பல நிலைகள் உள்ளன. ஒரு தாவரக் கூட்டத்தின் பிறப்பிலிருந்து முதிர்ச்சி வரையிலான படிப்படியான தொடர்ந்து நிகழும் வளர்ச்சியே தாவர வழிமுறை வளர்ச்சி எனப்படும்.

அ. நீர்த்தாவர வழிமுறை வளர்ச்சி
(Hydrarch succession)

1. நீர்மூழ்கு நிலை (submerged stage): தாவரங்களே இல்லாத நீர்நிலைகளான ஏரி குளங்களில் முதலில் நுண்ணிய தாவரங்களான டெஸ்மிட்ஸ் (Desmids), டையாடம்ஸ் (Diatoms) போன்ற பாசிகளே வாழ்கின்றன. பின்னர் காரா (Chara), நைடெல்லா (Nitella) போன்ற கிளைகளையுடைய பாசிகளும், பூக்கும் தாவரங்களான எலோடியா கானடென்ஸிஸ் (Elodea Canadensis), ஹைட்ரில்லா (Hydrilla), வாலிஸ்னேரியா ஸ்பைராலிஸ் (Vallisneria Spiralis) உட்ரிகுலேரியா (Utricularia முதலிய தாவரங்களும் காணப்படும், தாவரங்களற்ற நீர்நிலையில்



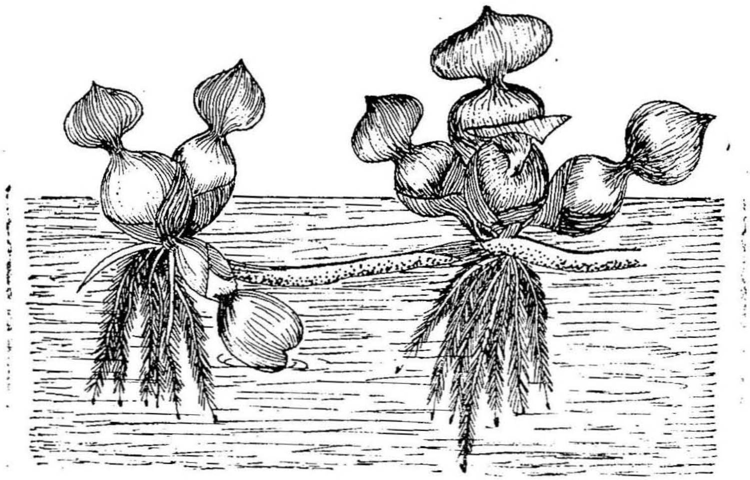
படம் 1

எலோடியா கானடென் ஸிஸ் நீரில் மூழ்கி மிதக்கும் தாவரம்

இவைகள் முதலில் வந்து குடியேறி வாழ்ந்து வருவதால் இவைகளுக்கு முன்னோடிகள் (Pioneers) என்று பெயர். இவை யாவும் நீருக் கடியில் கூட்டமாகக் காணப்படுகின்றன. இதனால் நீர்நிலைகளுக்கு நீர் கொண்டு வரும் சிறு நீரோடைகள் தங்கள் போக்கில் நிறைய மணலையும் மட்கை யும் கொண்டு வருகின்றன. இவை தாவரக் கூட்டங்களால் தடுக்கப்பட்டு அவ்விடத்திலேயே தங்கிவிடுகின்றன. தாவரக் கூட்டம் அளவில் அதிகரிக் கும்போது சில முன்னோடித் தாவரங் கள் அழிந்து மட்காக ஆகின்றன. இங்ஙனம் தாவரங்கள் வாழ்விடத் தோடு புரியும் எதிர்ச் செயல்களால் நீர்நிலைகளின் அடிப்பகுதி (bottom) வளர்ந்து, ஆழம் குறைகிறது. இந்த நிலைக்குரிய தாவரங்கள் செய்யும் எதிர்ச் செயல்களினால் இவைகளின் வாழ்விற்கே வாழ்விடம் அனுகூல மற்றதாக ஆகிவிடுகிறது; அதேசம யம் இதே வாழ்விடம் மற்ற தாவரங்க ளுக்கு அனுகூலமானதாக மாறிவிடு கிறது.

2. **மிதக்கும் நிலை** (Floating stage) நீர்நிலைகளின் ஆழம் 6 முதல் 8 அடி வரை குறைடும்போது நீரில் மிதக்கும் தாவரங்கள் அருகில் உள்ள இடங்களி லிருந்து · மட்ட நிலத் தண்டுகளின் மூலம் வந்து குடியேறுகின்றன. இவை களிற் சில நீர்நிலைகளின் அடிப் பாகத் தில் வேரூன்றி இருக்கும். உ–ம், தாமரை (nelumbium speciosum) அல்லி (nymphaca stellata), போடோ மோஜிடன் (potomogeton. இவைக ளின் தண்டு இலைக்காம்பு முதலியவை நீருக்குள் அமிழ்ந்திருந்து, இலைகள் மட்டும் நீர்ப்பரப்பின்மேல் காணப்

படும். லெம்ஞ (lemna), எய்க்கோர்னியா கிராஸ்ஸிபிஸ் (eichhornia crassipes), பிஸ்டிட்யாஸ் ரேடியோடிஸ் (pistia stratiotes) போன்ற



படம். 2

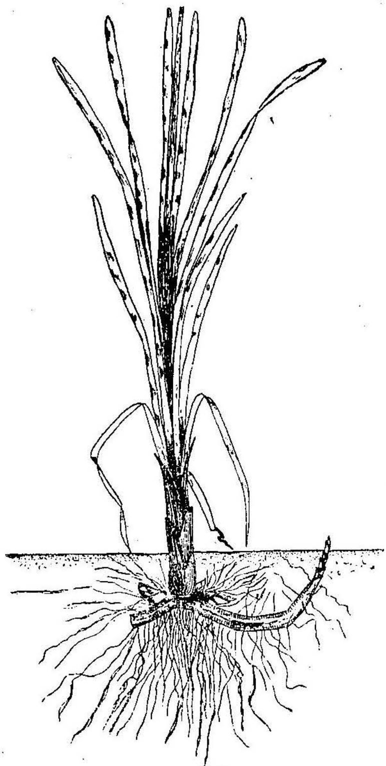
மிதக்கும் நீர்த் தாவரம—எய்க்கோர்னியா

தாவரங்களின் வேர்கள் நீர்நிலைகளின் அடிப்பாகத்தில் ஊன்றி நிற்பதில்லை. இத்தாவரங்கள் நீரில் மிதந்து வாழ்கின்றன. எய்க்கோர்னியா, பிஸ்டியாபோன்ற தாவரங்கள் நீரில் மிதப்பதற்கேற்றவாறு அவற்றில் முறையே சமநிலை வேர்கள் (balancing roots). காற்றடைத்த இலைக்காம்பு முதலிய தக அமைவுகள் காணப்படுகின்றன.

மிதக்கும் தாவரங்கள். தாங்கள் குடியேறியவுடன் முன்னோடிகளான நீர்மூழ்கு தாவரங்களுடன் இயைந்து வாழ்கின்றன. பிறகு மிதக்கும் தாவரங்கள் எண்ணிக்கையில் அதிகமாக ஆக, இவற்றின் இலைகள் நீர்ப்பரப்பினை மூடிவிடுகின்றன. இதனுல் நீர்மூழ்கு தாவரங்களுக்குப் போதிய அளவு சூரிய வெளிச்சம் கிடைப்பதில்லை. மற்றும் வெற்றிகரமாகக் குடியேறி, எண்ணிக்கையில் அதிகரித்து வாழும் மிதக்கும் தாவரங்களுடன் பல வகைகளிலும் போட்டியிட இயலாமையினுல், மூழ்கு தாவரங்கள் இறந்துவிடுகின்றன. இதனுல் மட்கின் அளவு அதிகமாகி நீர்நிலைகளின் அடிப்பகுதி உயர்த்தப்படுகிறது. மிதக்கும் தாவரங்களின் தண்டு, இலைக்காம்பு முதலியவை நீருக்குள் நன்ருகப் பின்னிக்கொண்டிருப்பதால், நீர் கொண்டுவரும் ஓடைகளுடன் வரும் மண்ணும் மணலும் அப்படியே தங்கி, நீர்நிலைகளின்

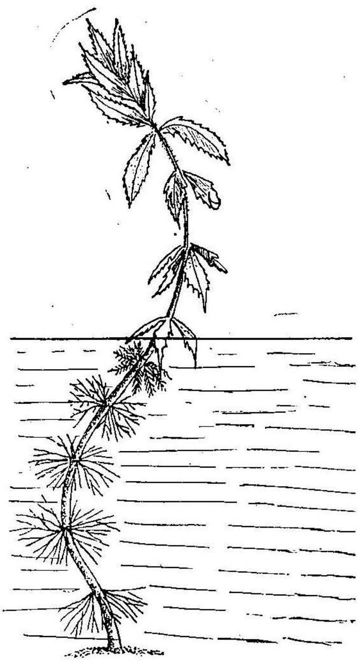
ஆழத்தைக் காலப்போக்கில் வெகுவாகக் குறைக்கின்றன. நீரின் ஆழம் குறைவதால், அவ்விடம் சதுப்பு நிலமாக மாறுகிறது. இம் மாற்றம் புதிய தாவரத் தொகுதிகள் வந்து குடியேற வகை செய்கின்றது.

3. நாணற் சதுப்பு நிலை (Reed Swamp Stage): இங்ஙனம் நீர் நிலைகளின் படுகை தொடர்ந்து நிரப்பப்பெறுவதால் இவ் வாழ்விடம் பாதி நீருக்குள்ளும், பாதி நீருக்கு வெளியேயும் வசிக்கத் தகுந்த தாவரங்கள் வாழ வகைசெய்கின்றது. இப்பொழுது நீர் நிலைகளின் ஆழம் 1 முதல் 4 அடி வரை இருக்கும். இங்கு ஸிர்பஸ்



படம் 3.

டைபாலேடிஃபோலியா நீர் நிலத் தாவரம்



படம். 4.

லிம்னோபைலா ஹெடெரோபில்லா நீர் நிலத் தாவரம் சூழ்நிலை இருவித இலையமைப்பு.

(scirpus), டைபா (typha) சேஜிடேரியா (sagittaria), பாலிகோனம் (polygonum), வசம்பு (acorus calamus), லிம்னோபைலா ஹெடெரோபில்லா (limnophila heterophylla), ரேனன்குலஸ், அகுவாடிலிஸ் (ranunculus acquatilis) போன்றவை வாழுகின்றன. இத் தாவரங்கள் தங்களது கிளைத்த மட்ட நிலத் தண்டுகளின் மூலம் விரைவில் பரவுகின்றன. அத்தாவரங்கள் பாதி நீருக்குள்ளேயும், பாதி நீருக்கு வெளியேயும் காணப்படும். இவைகளின் நிழலால் மிதக்கும் தாவரங்கள் அழிந்து மட்கின் அளவும் அதிகமாகிறது. நீரோடைகளினால் மண்ணின் அளவு அதிகரிக்கின்றது. இதனால் நீர்நிலையின் ஆழம் வெகுவாகக் குறைந்து, நாணற் சதுப்பு நிலத் தாவரங்கள் வாழமுடியாமற் போகின்றன; மற்றத் தாவரங்கள் குடியேற வழி வகுக்கின்றன.

4. புதர்ப் புல்வெளி நிலை (**Sedge-meadow** stage) : காலப் போக்கில் நீர் வற்றி, நீர் மிகவும் குறைந்திருக்கும் நிலையில் கேரெக்ஸ் (**carex**), சைபெரஸ் (**cyperus**), ஜன்கஸ் (**juncus**), எலியோகாரிஸ் (**eleocharis**) போன்ற சிறு செடிகள் காணப்படுகின்றன. இவை தரையில் நன்றாகப்படிந்து வளர்வதால் தரை முழுவதும் தங்களது வேர்த் தொகுப்பினாலும், மட்ட நிலத் தண்டுகளினாலும் வியாபித்துவிடுகின்றன. இவற்றிடையே ஆஸ்டெராகான்தா லாங்கி.·.போலியா (asteracantha longifolia) ஸ்பீனோகிளியா (sphenoclea) போன்றவைகளும் வளருகின்றன. இவை வாழ்விடத்தில் செய்யும் எதிர்ச் செயல்களால் காற்றும் நீரும் கொண்டு வரும் மண்ணின் அளவு அதிகரிக்கிறது. முந்திய நிலையில் உள்ள தாவரத் தொகுதிகள் அழிந்து மட்கின் அளவும் அதிகரிக்கிறது. இச்செயல்களினால், மண்ணின் நீர்த்தேக்கம் மறைகிறது. படிப்படியாக நீர்த் தாவரங்கள் எண்ணிக்கையில் குறைந்து மற்ற தாவரங்கள் வளருகின்றன. மற்ற சூழ்நிலைக் காரணிகளில்லாமல் நீரின் அளவுமட்டும் இதுகாறும் தாவர வழிமுறை வளர்ச்சியைக் கட்டுப்படுத்தி இயக்கி வந்தது. நீர்வற்றிவிட்டதால் மண்ணீரம் குறைகிறது. இதற்குப் பிறகு மண்ணில் உள்ள நீரின் அளவு மழையையும் மற்ற காலநிலைக் காரணிகளான சூரிய வெளிச்சம், காற்று முதலியவைகளையும் பொறுத்தது ஆகும். இதற்குப் பின்னர் இவ்வாழ்விடத்தில் வந்து குடியேறும் தாவரங்கள் காலநிலைக் காரணிகளால் (**climatic factors**) கட்டுப்பட்டவை. வறண்ட காலநிலையானால் புற்களும் மற்ற வறள் நிலத் தாவரங்களும் வந்து குடியேறும். ஈரமான காலநிலையானால் மரக் கூட்டம் வந்து வாழும்.

5. மரக்கூட்ட நிலை (**Woodland stage**) : முதலில் வந்து குடியேறும் புதர்ச் செடிகள், சிறு மரங்கள் ஆகியவற்றின் வேர்களுக்கு

இடையே நீர்த் தேங்கிய நிலமாக இருக்கும். இவ்விடத்தில் சாலிக்ஸ் (salix), கார்னஸ் (cornus), ஸெபலான்தஸ் (cephalanthes) போன்ற மட்ட நிலத் தண்டுகளுடைய தாவரங்கள் முதலில் காணப்படுகின்றன. பிறகு அல்னஸ் (ulnus), பாப்லஸ் (poplus) போன்ற மரங்கள் இங்கே காணப்படுகின்றன. இவற்றின் வலிமையும், பரப்பும், திண்மையும், இதற்கு முன் வாழ்ந்த தாவரத் தொகுதிகளின் அழிவிற்குக் காரணமாயிருக்கின்றன. மரங்களின் கீழே நிழலில் வாழும் புதர்ச் செடிகளும் சிறு செடிகளும் வளருகின்றன.

6. உச்சநிலைக் காடுகள் (Climax forest): ஈரமண்ணில் மட்கின் அளவு அதிகமாகும்போது, மண்ணில் பாக்டீரியா, பூஞ்சை போன்ற நுண்ணுயிரிகள் மண்ணினை வளம்பெறச் செய்கின்றன. வளம்பெற்ற மண்ணிலே வந்து குடியேறும் மரங்கள் அநேகம். முதலில் நெருக்கம் அதிகமில்லாத மரங்கள் வாழ்ந்த இடத்தில், பல நீண்டு வளர்ந்த மரங்கள் நெருங்கி வளர்கின்றன. ஒரு காலத்தில் நீர்நிறைந்த வாழ்விடம் மரங்கள் நிறைந்த உச்சநிலைக்காடாக மாறிவிட்டது. உச்சநிலைத் தாவரங்கள் வாழ்விடத்தின் தன்மையினைப் பல வழிகளிலும் மாற்றுகின்றன. மட்கின் அளவை நுண்ணுயிரிகளின் செயல்களினால் அதிகரித்து மண்ணை வளம்பெறச் செய்கிறது. நிழலும், ஆவிப்போக்கும் (Transpiration) அதிகமாகி, அதனால் காற்றீரப் பசையும் அதிகரிக்கின்றது. பெரிய மரங்கள் அதிக அளவில் நிலத்தில் உள்ள நீரை உறிஞ்சிவிடுவதால், நிலத்தில் உள்ள நீரின் அளவு குறைகிறது. உச்சநிலைத் தாவரக் கூட்டத்தின் தன்மை காலநிலையைப் பொறுத்தது. சீதளமண்டலமானால், குயுர்கஸ் (Quercus), ஹைகோரியா (Hicoria), அல்மஸ் (ulmus) போன்ற தாவரங்கள் வளருகின்றன. வாழ்விடத்தில் மழை அதிகமாக இருந்தால், உச்சநிலைத் தாவரக் கூட்டங்களாக மழைக் காடுகளும், (Rain forest), மழை குறைவானால் இலையுதிர் காடுகளும் (Deciduous forest), இன்னும் மழை குறைவாகவுள்ள வறண்ட வாழ்விடமானால், முட்காடுகளும் (Scrub Jungle) வளரும்

உச்சநிலைத் தாவரக் கூட்டங்கள் தாங்கள் வாழும் இடத்தில் எத்தகைய தாவரங்கள் வாழலாம் என்பதைத் தீர்மானிக்கின்றன. எனவே, இவைகளை விஞ்சுதன்மை பெற்ற தாவரங்கள் (dominants) என்று கூறுகிறோம். நெருங்கி வளர்ந்தமரக்கூட்டங்களுக்கிடையே இவற்றின் நிழலில் வாழக்கூடிய புதர்ச்செடிகளும் சிறு செடிகளுமே வாழ இயலும். எனவே இங்கு காணப்படும் உச்சநிலைத் தாவரக்கூட்டங்கள், இவை வாழும் இடத்தின் தட்பவெப்பநிலைகளால் உருவாக்கப்பட்டவை, அவைகளோடு ஒன்றிச்

சமன்பாடு பெற்றவை என்று அறிகிறோம். ஒரு காலத்தில் நீர் நிலையாயிருந்த வாழ்விடத்தில் உச்சநிலைத் தாவரக்கூட்டம் அங்கு காணும் தட்பவெப்ப நிலைகள் உருவாக்கிய இடைநிலைத் தாவரங்களாகக் (Mesophytes) காட்சியளிக்கின்றன.

ஆ. வறள்நிலத் தாவர வழிமுறை வளர்ச்சி (Xerarch succession)

நீர் மிகவும் குறைவாயுள்ள சூழல்களான பாறை, மணல் முதலான வெற்றிடங்களிலிருந்து ஆரம்பமாகும் வழிமுறை வளர்ச்சி, வறள்நிலத் தாவர வழிமுறை வளர்ச்சி எனப்படும். தாவரங்களேயில்லாத வெட்டவெளியில் காணப்படும் பாறைகளில் எங்ஙனம் வழிமுறை வளர்ச்சி ஏற்படுகின்றது என்பதைக் காண்போம். பாறையிலிருந்து வழிமுறை வளர்ச்சி ஆரம்பமாவதால், இது பாறை வழிமுறை வளர்ச்சி (Lithosere) எனப்படும். பாறைகளில் நீர் மிகவும் குறைந்த வறள்நிலச்சூழல் அமைந்திருப்பதால் இதுவும் ஒருவகை வறள்நிலத் தாவர வழிமுறை வளர்ச்சியே ஆகும். இத்தகைய சூழலில் மழை மிகவும் குறைந்து வெப்பநிலை மிகுந்து, காற்றின் நேர்வேகம் அதிகரித்துக் காற்றீரப்பசை மிகவும் குறைந்து காணப்படும். இவ் வழிமுறை வளர்ச்சியிலும் பல நிலைகள் உள்ளன.

1. பொருக்கு லைக்கன் நிலை (Crustose Lichen stage): மேலே விவரித்த புறக்கோடியான சூழ்நிலைக் காரணிகளால் இப் பாறைகளில் ஒரு சில வகைப்பட்ட முன்னோடிகளே வாழ இயலும். ரைஸோகார்பான் (Rhizocarpon), லெஸிடியா (Lecidia), ரைனோடினா (Rinodina) போன்ற லைக்கன்கள் நீண்டதூரங்களிலிருந்து ஸொரீடியா (Soredia), ஸ்போர்கள் (Spores) மூலம் இப் பாறைகளை வந்தடைந்து வாழுகின்றன. இவற்றின் உடலம் பொருக்குப் போன்றது. அதனால் பெய்யும் சிறிதளவு மழையையும் பனியையும் தங்களது கடற்பஞ்சுபோன்ற உடலங்களில் உறிஞ்சிச் சேகரித்து வைத்துக் கொள்ளுகின்றன. இவை நீண்டகாலம் நீரில்லாவிடினும் வாடாமல் வாழும் தகஅமைவு பெற்றுள்ளன. மற்ற எவ்வகைத் தாவரங்களும் வாழ முடியாத இடத்தில் வந்து வாழ்ந்த இத் தாவரங்கள், இப் புதிய சூழலுக்கேற்பத் தங்கள் வாழ்வினை அமைத்துக் கொண்டதோடு, அவை வாழும் இடத்தையும் தங்களால் இயன்றவரை மாற்றியமைக்க முயற்சி செய்கின்றன. இவை வெளியிடும் கரியமில வாயுவும் தண்ணீரும் சேர்ந்து கார்பானிக் அமிலமாகி, (Carbonic acid), இவ் வமிலம் பாறையைக் கரைத்து மண்ணாக்குகின்றது. காற்றால் கொண்டுவரப்படும்

மண் துகள்கள், லைக்கன்களின் உடலங்களிடையே வந்து சேருகின்றன. இவைகளில் சில இறந்து விடுவதாலும், காற்று கொண்டுவரும் அங்ககத்துகள்களினாலும் சிறிதும்மட்கு உண்டாகிறது. இத்தகைய எதிர்ச்செயல்கள் பலகாலம் தொடர்ந்த பின் மற்றத் தாவரங்கள் இப் பாறையில் வந்துவாழ வகை செய்யப்படுகிறது.

2. இலை - லைக்கன் நிலை (Foliose - lichen stage): இயற்கைக் காரணிகளினால் பாறைகள் வெடித்துச் சிதறும். இதனால் பாறைகளில் மண்ணுள்ள பல இடுக்குகள் (Crevices) காணப்படும். இவ்விடங்களில் பார்மீலியா (Parmelia), டெர்மேடோ கார்பான் (Dermatocarpon) அம்பிலிகேரியா (Umblicaria) போன்ற இலையையொத்த லைக்கன்கள் வந்து குடியேறுகின்றன. இவை வந்து நிலைபெறுவதால், முன்னோடிகளான பொருக்கு-லைக்கன்கள் வாழஇயலாமல் மடிந்துவிடுகின்றன. இதனால் மட்கு உண்டாகிறது. இலை-லைக்கன்களின் உடலங்களுக்கிடையே காற்றினால்வரும் மண் அதிக அளவில் தங்கிவிடுகின்றது. இலை-லைக்கன்களால் சிறிதளவு நிழல் அதிகமாகிறது. இவ்வெதிர்ச் செயல்களினால் இவ் வாழ்விடம் அடுத்த தாவரங்கள் வாழ இடங்கொடுக்கின்றது.

3. மாஸ்நிலை (Moss stage). முற்றிலும் பாறையாக இருந்த சூழலில் மண்சிறிது சேர்ந்த பின், வறள்நிலத்தில் வாழத்தகுந்த மாஸ்களான கிரிம்மியா (Grimmia), டார்டுலா (Tortula). பாலிடிரைகம் (Polytrichum) முதலியவை அவைகளின் ஸ்போர்கள் மூலம் வந்து குடியேறி விடுகின்றன. இவற்றின் ரைஸாய்டுகள் (Rhizoids) பின்னிப் பிணைந்தவை. இவைகளுக்கு முன்னர் வாழ்ந்த இலை-லைக்கன்களுடன் நீருக்கும் ஊட்டப் பொருள்களுக்கும் போட்டியிட்டு இறுதியில் மாஸ்களே வெற்றி பெறுகின்றன. தோற்றவை அழிந்து மட்கின் அளவை அதிகரிக்கின்றன. மாஸ்கள் கூட்டமாக வாழ்வதால், மழையால் கிடைக்கும் சிறிதளவு நீரையும் நன்குக உறிஞ்சிக் கொள்கின்றன. மற்றும் தங்களுக்கிடையே நீரைத் தங்க வைத்துக் கொள்ளுவதால். வாழ்விடத்தின் ஈரம் அதிகமாகி, ஓரளவு காற்றீரப்பசையும் அதிகமாகின்றது. மாஸ்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாக, ஆக மண் உண்டாக்கும் காரணிகளின் செயல்களினால் மண்ணின் அளவு அதிகரிக்கிறது. இச் செயலுடன் மட்கின் அளவும் ஈரமும் நிழலும் அதிகமாகிறது. எனவே, மாஸ்களின் எதிர்செயல்களினால் உண்டாகிய புதிய சூழலில் மாஸ்களே வாழமுடியாத நிலை ஏற்பட்டுவிடுகின்றது.

4. சிறுசெடி - நிலை (Herbaceous stage) மாஸ்கள் உண்டாக்கிய சூழலில் பூக்கும் செடிகளின் வித்துக்கள் இவ்விடத்தில்,

முளைத்து ஓராண்டுத் தாவரங்களாக (Annuals) வளருகின்றன, இச் செடிகளில் நன்ருகக் கிளைத்த வேர்த்தொகுப்புக்கள் நாற்புறமும் பரந்து நீண்டு வளருகின்றன. இவை பாறைகளின் இடுக்குகளிற் சென்று, பாறைகளை நொருக்கி மண்ணுக்குகின்றன. இவற்றின் நிழலாலும், இவைகளோடு ஊட்டப் பொருள்களுக்காகப் போட்டியிட்டுத் தோல்வியுற்றதாலும், மாஸ்கள் அழிந்து மட்கின் அளவை அதிகரிக்கின்றன. இதனுல் ஈராண்டுத் தாவரங்களும் (Biennials), பல்லாண்டுத் தாவரங்களும் (Multiennials) வந்து குடியேறுகின்றன. வறண்ட சூழலில் வாழத் தகுந்த அரிஸ்டிடா (Aristida), ஃபெஸ்டுகா (Festuca), எலுயூஸைன் (Eleusine) போன்ற புற்களும், ஸாலிடாகோ (Solidago) போன்ற சிறு செடிகளும் இங்கு வளருகின்றன. இத் தாவரங்களின் எதிர்ச் செயல்களினுல், பாறையில் முன்பு காணப்பட்ட உச்சநிலையில் இருந்த வெப்பநிலை குறைகிறது. ஆவிப் போக்கு அதிகரிப்பதனுல், காற்றீரப்பசையும் அதிகமாகிறது. மண்ணில் மட்கின் அளவு அதிகமாவதால், பாக்டீரியா (Bacteria), பூஞ்சைபோன்ற மண் நுண்ணுயிரிகள் (Soil Micro-organisms) அதிகமாகி மண் வளமுடையதாகிறது. இவ்வாருகச் செடிகள் உண்டாக்கிய எதிர்ச் செயல்களினுல் அவைகளின் வாழ்விற்கே ஊறுவிளைவிப்பனவாக அமைந்து, அவ் வாழ்விடம் மற்ற தாவரத் தொகுதிகள் வந்து வாழ இடமளிக்கிறது.

5. **புதர்ச்செடி நிலை** (Shrub-Stage): இந் நிலையில் இவ் வாழ்விடத்திற்கருகே உள்ள இடங்களிலிருந்து மட்டநிலத் தண்டுகள் (Rhizome) மூலம் புதர்ச் செடிகள் வந்து குடியேறுகின்றன. இவைகள் வறட்சியைத் தாங்கும் ஆற்றல் பெற்றவை. ரஸ் (Rhus), பையோகார்பஸ் (Phyocarpus) போன்ற புதர்ச்செடிகள் எண்ணிக்கையில் அதிகரிக்க, அதிகரிக்க அவ்விடம் நல்ல நிழல் உடையதாகிறது. இந்நிழலில் வாழமுடியாத சிறு செடிகள் இறந்து மட்கின் அளவை அதிகரிக்கின்றன. இவற்றின் வலிமையான வேர்த்தொகுப்புகள் மண்ணின் அளவை அதிகமாக்குகின்றன. புதர்ச்செடிகளின் கிளைகளும், இலைகளும் காற்றிலேவரும் மண் துகள்களையும் மட்கையும் தடுத்து அங்கேயே விழுமாறு செய்கின்றன. புதர்ச் செடிகளினுல் காற்றின் நேர்வேகம் குறைகிறது. காற்றீரப்பசை அதிகமாகிறது. அதனுல் மண் வளம்பெற்று, நீர்கொள்ளும் அளவு அதிகரிக்கின்றது. இத்தகைய சூழல் மரங்களின் வித்துக்கள் நன்ருக முளைத்து, வளரத்தக்க நல்ல நாற்றுப்பண்ணை (Nursery) ஆகிறது.

6. **உச்சநிலைக் காடு** (Climax forest) முதலில் வளரும் மரங்கள் சிறியவை; வறட்சியைத் தாங்கும் ஆற்றல்

பெற்றவை. இவை நெருக்கமாக வளராமல் இடம்விட்டு, விட்டுக் காணப்படும். பாறைகளின் சிதைவு இயற்கைக் காரணிகளாலும், தாவரங்களின் செயல்களினாலும் தொடர்ந்து நடைபெறுவதால் மண்ணின் அளவு அதிகமாகிறது. மட்கின் அளவும் மிகுதியாகி இன்னும் பல மரங்கள் வந்து குடியேறு கின்றன. இவை நெருங்கி உயர்ந்து வளருவதால் உச்சநிலைக் காடுகள் ஆகின்றன. ஒரு காலத்தில் தாவரங்களே வாழமுடியாத சூழலோடு இருந்த பாறை, காலப்போக்கில் மெல்லமெல்ல மாறி அதற்கேற்பத் தாவரத் தொகுதிகளும் வளர்ந்து, அவ்வாழ்விடத் தின் வறண்ட தன்மையையே மாற்றித் தட்பவெப்ப நிலை மித மாக உள்ள இடங்களில் வளரும் உச்சநிலைக் காடுகள் வாழும் இடமாகின்றது. இக்காடுகள் சூழ்நிலைக் காரணிகள் உண்டாக்கி யது; எனவே அக்காரணிகளுக்குச் சமன்பாடாக உள்ளது, பாறையாக இருந்த இடம் பல மரங்கள் வாழும் மையநிலைக் காடுகள் நிறையப் பல நூற்றாண்டுக் காலம் ஆகும்.

தாவரங்களின் வழிமுறை வளர்ச்சி நீரில் ஆரம்பமானாலும் பாறையில் ஆரம்பமானாலும் இறுதியில் இடைநிலைத் தாவரங்கள் (Mesophytes) நிரம்பிய காட்டிலே முடிவடைகிறது. எனவே வழி முறை வளர்ச்சிகள் எத்தகைய புறக்கோடியான சூழலில் ஆரம் பித்தாலும் இறுதியில் இடைநிலைத் தாவரங்களை நோக்கி வளரு கின்றன என அறியலாம்.

4. வழிமுறை வளர்ச்சியின் காரணங்கள்

(Causes of succession)

தாவரங்கள் எவ்வாறு சிறிய நிலையிலிருந்து பெருகிப் பல நிலைகளைக் கடந்து, உச்சநிலையை அடைகின்றன எனக் கண்டோம். வழிமுறை வளர்ச்சியின் பல நிலைகளிலும் பல தாவரத் தொகுதிகள் முக்கியமான பங்கெடுத்துக்கொள்ளுகின்றன. எனவே வழிமுறை வளர்ச்சி என்பது அடுத்தடுத்து. முறையாகத் தொடர்ந்துவரும் சிக்கலான பல செயல்களைக் கொண்டது. எனவே இது ஏற்படுவதற்கான தனித்தவொரு காரணத்தைக் கூற இயலாது. வழிமுறை வளர்ச்சி ஏற்படப் பல காரணங்கள் இருந்தபோதிலும், அவைகளைப் பொதுவாக மூன்று வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

I ஆரம்பிக்கும் அல்லது ஆரம்பக் காரணிகள் (Initiating or initial causes)

II தொடர் காரணிகள் அல்லது குடியேற்றக் காரணிகள் (Continuing ccauses or ecesic auses)

III நிலைநிறுத்தும் அல்லது தட்பவெப்பநிலைக் காரணிகள் (Stablising or climatic causes)

I ஆரம்பக் காரணிகள்

இக்காரணிகள் வழிமுறை வளர்ச்சி ஆரம்பமாவதற்கு ஆதாரமான வெற்று நிலத்தை உண்டாக்குகின்றன. அல்லது தாவரங்கள் வளர்ந்துள்ள இடத்தில் அத்தாவரங்களை அழித்து வெற்று நிலமாக்குகின்றன. வெற்றுநிலம் எப்படி உண்டானாலும் அங்குச் சென்று தாவரங்கள் குடியேறிவிடுகின்றன. புறக்கோடியான குளிர் அதிகமாயுள்ள (32° செ) ஆர்க்டிக் பெருங்கடலிலும் (Arctic Ocean) 180° செ. வெப்பமுள்ள வெப்ப நீரூற்

றுக்களிலும் (Hot water springs) தாவரங்கள் வாழும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. எனவே வெற்றுநிலம் எத்தன்மைத்தாயினும் தாவரங்கள் சென்று அங்கு வாழ்ந்து, வழிமுறை வளர்ச்சியைத் தொடரும். வெற்று நிலம் மூன்று முக்கிய காரணிகளால் உண்டாகும்.

1. நிலக்கிடக்கைக் காரணிகள் (Topographic causes)

2. காலநிலைக் காரணிகள் (Climatic causes)

3. உயிரியல் காரணிகள் (Biotic causes)

1. நிலக்கிடக்கைக் காரணிகள்: மழை, காற்று, புவியீர்ப்பு, பனியாறு, எரிமலைக் குழம்பு முதலிய காரணிகளால் மண் அரிப்புக்களும் (Erosion) படிவுகளும் (deposition) ஏற்பட்டு, அதனுல் வெற்றுநிலம் உண்டாகிறது.

2. காலநிலைக் காரணிகள் : வறட்சி, காற்று, பனி, உறை பனி (frost), ஆலங்கட்டி மழை (hail storm) மின்னல்போன்ற காரணிகளால், இருக்கும் தாவரக் கூட்டம் அழிந்து புதிய வெற்று நிலங்கள் உண்டாகும். தாவரங்கள் முற்றிலும் அழிந்துவிடுவதால் முதல் தர வெற்று நிலமும், தாவரங்களின் அழிவு முற்றுப் பெருமல் இருந்தால், இரண்டாம்தர வெற்றுநிலமும் உண்டாகும். நீர்குறைந்த வறண்ட பிரதேசங்களில் சூழ்நிலையின் வெப்ப மிகுதியினுல் நிலத்தில் உள்ள நீர் முழுவதும் ஆவியாகிவிடுவதால் அங்கு வாழும் தாவரங்கள் யாவும் அழிந்து தாவரங்களற்ற வெற்று நிலம் ஏற்படுகிறது.

3. உயிரியல் காரணிகள்: தாவர ஒட்டுண்ணிகளினுல் (Plant parasites) வெற்றுநிலம் ஏற்படுவது அரிது. ஆனுல் மேயும் விலங்குகள் தாவரங்களை மிகுதியாக மேய்வதால் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலப் பகுதியில் உள்ள தாவரங்கள் அழிந்து வெற்று நிலம் ஆவதற்குரிய வாய்ப்பு ஏற்படுகிறது. மனிதன் தன் செயல்களினுல் பெரும் நிலப்பரப்பை வெற்று நிலமாக்குகிருன். மனிதனது செயல்கள் மூன்றுவிதங்களில் நடைபெறுகின்றன.

a) மண்ணின் தன்மையினையோ, அதில் உள்ள நீரின் அளவையோ மாற்றுமல், அங்கே வளர்ந்திருக்கும் தாவரத் தொகுதியை மட்டும் அழித்தல்,

b) மண்ணைப் பெரிதும் கலைத்து, அவ்வாழ்விடத்தை வறண்ட அல்லது மிகவும் வறண்ட வாழ்விடமாகச் செய்தல். இங்ஙனம் மனிதனது முயற்சியால் பாதைகளும், இரயில் பாதைகளும் போடுவதால் வெற்றுநிலங்கள் ஏற்படுத்தப்படுகின்றன.

c) இருக்கும் நிலப்பரப்பிலே அணைக்கட்டு, கால்வாய், குளம் முதலியவை ஏற்படுத்துவதால் நிலம் ஈரம் நிறைந்த வெற்று நிலப் பரப்பாக மாறுகிறது.

II தொடர்க் காரணிகள்

வெற்று நிலம் கிடைத்தவுடன் அதில் தாவர வழிமுறை வளர்ச்சி ஆரம்பமாகிறது. பிறகு இது தொடர்ந்து நடைபெற வேண்டும். இவ்வளர்ச்சியின் முன்னேற்றம் தொடர்ந்து வளரும் தாவரத் தொகுதிகள் அவ்வாழ்விடத்திற்கு ஈடுகொடுக்கும் தன்மையினைப் பொறுத்தது. சுருங்கக்கூறின் இவற்றின் வளர்ச்சியில் காணும் முன்னேற்றம் உயிரியல் எதிர்ச் செயல் களால் (Biological reactions) ஏற்படுகின்றன. பொதுவாக, தாவர வழிமுறை வளர்ச்சி தொடரக் காரணமானவை.

(அ) நகர்வு (Migration)

(ஆ) குடிபுகல் (Ecesis)

(இ) கூட்டச் சேர்க்கை (Aggregation)

(ஈ) போட்டி (Competition)

(உ) எதிர்ச்செயல் (reaction)

(அ) **நகர்தல்:** புதிய நிலப்பரப்பில் புதிய தாவரங்கள் வந்தடைவது நகர்தல் எனப்படும். நகரும் தன்மை என்பது தாய்த் தாவரத்திலிருந்து தாவரங்கள் புதிய இடத்தைச் சேருவதைக் குறிக்கும். இது காற்று, மழை முதலிய காரணிகளாலும், தூரம் (distance), நிலக்கிடக்கை முதலிய காரணிகளாலும் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. தாவரங்கள் அளவிற்கதிகமான வித்துக்களை உண்டாக்குகின்றன. இவ்வித்துக்கள் தாய்த் தாவரங்களினின்றும், பலவகைகளிலும் பரவிப் புதிய இடங்களை அடைகின்றன. புதிய இடத்தில் முளைத்தலுக்கேற்ற சூழ்நிலை அமைந்தால் முளைத்துப் புதிய தாவரங்களாக வளருகின்றன.

(ஆ) **குடிபுகல்:** புதிய இடங்களில் தாவரங்களின் வித்துக்கள் சென்று புதிய தாவரங்களாக முளைத்தலுக்குக் குடிபுகல் என்று பெயர். புதிய சூழலுக்கேற்ப தாவரங்கள் தங்களைச் சரிப்படுத்திக்கொள்வதற்கே குடியேற்றம் என்று பெயர். மற்றத் தாவரங்கள் இவ்விடத்தில் நுழைவதைக் குடியேறிய இத் தாவரங்கள் தீர்மானிக்கின்றன. எத்தனைத் தாவரங்கள் புதிய இடத்தில் குடியேறியுள்ளன என்பதைப் பொறுத்துத் தாவரங்களின் நகர்வு தீர்மானிக்கப்படும். எனவே, தாவரங்களின் நகர்

விற்கும் குடியேற்றத்திற்கும் மிக நெருங்கிய தொடர்பு உண்டு. குடியேற்றம் என்பது முளைத்தல், வளர்ச்சி, இனப் பெருக்கம் ஆகிய பிரிவுகளைக் கொண்டது.

a) **முளைத்தல் :** புதிய இடத்தில் தாவரம் உண்டாவதற்கு அவைகளின் வித்துக்கள் அவ்விடத்தில் முளைக்க வேண்டியது அவசியம். இதற்குத் தேவையான மண், காலநிலை, உயிரிக் காரணிகள் அவ்விடத்தில் இருப்பது நல்லது. தாவரங்களின் வித்துக்கள் அவைகளிலிருந்து பிரிந்த காலத்திற்கும் அவை முளைக்கும் காலத்திற்கும் இடையே ஓர் இடைவெளிக் காலம் தேவை. இந்த இடைவெளிக் காலம் வளர்வடங்கிய நிலை (Dormancy) எனப்படும். இக்காலத்தில் விதைகளின் வாழ்வியல் வேலைகள் மிக மெதுவாக இயங்கிவருகின்றன. சில வித்துக் களுக்கு இவ்வளர்வடங்கிய நிலை சில நாட்களும், மற்றுஞ் சில வித்துக்களுக்குச் சில மாதங்களும், ஆண்டுகளும்கூட இருக்கும். இக்காலம் முடிந்த பின்னர், விதைகள் முளைத்துப் புதிய தாவரங் களை உண்டுபண்ணும்.

நாற்றுப் பருவம் : (Seedling stage) குடியேற்றத்தில் முக்கியப் பகுதி. இப்பருவத்தில் உயிரியல் காரணிகளான பூச்சிகள், பறவைகள் போன்ற விலங்குகளாலும் காலநிலைக் காரணிகளான வறட்சி, வெளிச்சமின்மை, பனி முதலியவைகளாலும் அழிவு நேரிடலாம். நாற்றுப் பருவத்தில் தாவரங்கள் பிழைத்தால், பிறகு அவை வளர்ந்து, முதிர்ச்சியடைந்து குடியேற்றச் செயலைப் பூர்த்தி செய்யும்.

b) **வளர்ச்சி :** முளைத்த தாவரங்கள் நாற்றுக்களாக வளர்வது உறுதி. இதற்கு மண்ணில் உள்ள நீர், கனிப் பொருள்கள், சூரிய வெளிச்சம், காற்று முதலியவை முக்கியமான காரணிகள்.

(c) **இனப் பெருக்கம் :** தாவரங்கள் நகர்தலும் குடியேற்ற மும் படையெடுப்பு (Invasion) எனப்படும். தாய்த் தாவரங்களி லிருந்து பிரிந்த வித்துக்கள் புதிய இடங்களில் வெற்றிகரமாக முளைத்து, வளர்ந்து, இனப்பெருக்கம் செய்தால்தான் அவற்றின் நிலை உறுதிப்படும்; மற்றும் படையெடுப்பு முழுமை பெற்றதாகப் பொருள்படும். குறிப்பாக, ஓராண்டுத் தாவரங்களில் இனப் பெருக்கம் செய்யாத தாவரங்கள் குடியேறியதாகக் கருதப்பட மாட்டா.

(d) **கூட்டச்சேர்க்கை** (Aggregation) : புதிய இடத்தில் முதலில் வந்துசேரும் தாவரங்கள் ஒரே குடும்பத்தைச் சேர்ந்தவை களாக இருக்கும். பிறகு மற்ற குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்கள் வந்து குடியேறி, எண்ணிக்கையில் அதிகமாகின்றன. இவ்விதம்

எண்ணிக்கையிலும் அளவிலும் அதிகமான தாவரங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலப்பரப்பில் வாழ்வதைக் கூட்டச் சேர்க்கை என்கிறோம்.

(e) படையெடுப்பும் போட்டியும் (Invasion and Competition) நகர்தலும், குடியேற்றமும் சேர்ந்து படையெடுப்பு எனப்படும். இவையிரண்டும் வழிமுறை வளர்ச்சிக்கு முதல் உயிரியல் காரணங்களாகும். புதிய இடத்தில் தாவரங்கள் குடியேறியபின், தங்களுக்குள் போட்டி ஏற்படும். இது வழிமுறை வளர்ச்சிக்கு இரண்டாவது உயிரியல் காரணமாகும். நீருக்காகவும் ஊட்டப் பொருள்களுக்காகவும் தாவரங்களுக்கிடையே போட்டி (competition) ஏற்படும். தாவரங்களின் தேவை அதிகமாக இருந்து அவை வாழும் நிலத்தில் நீரும், ஊட்டப் பொருள்களும் அளவில் குறைந்திருந்தால் போட்டி ஏற்படும். ஒரே மாதிரியான தேவையை யுடைய இரு தாவரங்களுக்கிடையேதான் போட்டி ஏற்படும். உதாரணமாக, ஒரு பெரிய மரத்திற்கும் ஒரு சிறு செடிக்கும் தேவைப் பொருள்களுக்காகப் போட்டி ஏற்படாது. ஒரே வளர்ச்சி யுடைய இரு செடிகளுக்கிடையேயும். இரு மரங்களுக்கிடையேயும் போட்டி ஏற்படலாம். தரைக்கு மேலே, தாவரங்களுக்குள் வெளிச்சம், காற்று முதலியவைகளுக்காகப் போட்டி ஏற்படும், தரைக்குக் கீழே, தண்ணீர், கனிப்பொருள்களுக்காகப் போட்டி ஏற்படும். போட்டியின் காரணமாக மெலிந்த சில தாவரங்கள் மடிந்து வலியவை வாழ்கின்றன.

(f) எதிர்ச்செயல் : எதிர்ச்செயல் என்பது வழிமுறை வளர்ச்சிக்கு மூன்றாவது உயிரியல் காரணமாகிறது. புதிய சூழலில் வந்து குடியேறி, வளர்ந்து, வாழ்ந்துவரும் தாவரங்கள் தாங்கள் வாழும் வாழ்விடத்துடன் சில எதிர்ச்செயல்களில் ஈடுபடுகின்றன. தாவரங்களற்ற கட்டாந்தரையாகக் (fallow land) கிடந்த நிலத்தில் வெப்பநிலை, காற்றின் நேர்வேகம் முதலியவை அதிகமாகவும், நிழலும் காற்றீரப்பசையும் குறைந்தும் காணப்படும். ஆனால், இதே நிலப்பரப்பில் தாவரக்கூட்டங்களின் வழிமுறை வளர்ச்சிக்குப்பின் நிழல், மட்கு, மண்நுண்ணுயிரிகள், காற்றீரப்பசை, மண்ணின் வளம் முதலியவை அதிகமாகின்றன. புறக்கோடியான வெப்பநிலையும் காற்றின் நேர்வேகமும் குறைந்துவிடும். ஒரு காலத்தில் வரம்பிற்குட்படாத காலநிலைக் காரணிகள் அமைந்த வாழ்விடத்தில் வழிமுறை வளர்ச்சிக்குப்பின் மையநிலைக் காடுகள் வளர்ந்து, மிதமான வெப்ப நிலையும், வளமான மண்ணும் அமைந்துவிடும். வழிமுறை வளர்ச்சியின் ஒரு நிலையில் காணப்படும் தாவரங்கள், தங்களது எதிர்ச்செயல்களினால் அத் தாவரங்களே வாழமுடியாமற் போவதும், மற்ற தாவரங்கள் வந்து வாழ

வும் வழி வகுக்கின்றன. பின்னர், இவ்விதமான எதிர்ச்செயல்களே உச்சநிலைத் தாவரக்கூட்டமாக மாறவும் உதவி செய்கின்றன. எனவே, எதிர்ச்செயல்கள் வழிமுறை வளர்ச்சியை ஆரம்பித்துத் தொடர்ந்து பூர்த்தி செய்யும் காரணங்களாக உள்ளன என அறிகிறோம்.

III. நிலைநிறுத்தும் காரணிகள்

மேற்கண்ட எதிர்ச் செயல்களினால் வாழ்விடத்தின் காரணிகளுக்கேற்ற, அதற்குச் சமன்பாடுள்ள ஒருவகைத் தாவரக் கூட்டம் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது. வழிமுறை வளர்ச்சி ஆரம்பமாகும் நிலப்பரப்பு நீர்த்தன்மையாயினும், வறள்தன்மையானதாக இருப்பினும், இறுதியில் இடைநிலைத் தாவரக் கூட்டங்களே வளர்ந்து உறுதியாக்கப்படுகின்றன. இவைகளே உச்சநிலைத் தாவரத் தொகுதி எனப்படும். இந் நிலையை எய்தியபின், எதிர்ச் செயல்கள் யாவும் நின்றுவிடுகின்றன. இவ்விதம் வெற்று நிலப் பரப்பிலிருந்து தாவரங்கள் படிப்படியாகத் தொடர்ந்து வளர்ச்சி அடைந்து, இறுதியில் உச்சநிலை எய்துவதே வழிமுறை வளர்ச்சி எனப்படும்.

5. தாவரக் கூட்டத்தின் வகைகள்
(Types of Vegetation)

சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு தாவரங்கள் தங்கள் வாழ்க்கையினை அமைத்துக்கொள்ளுகின்றன. தாவரங்களின் பண்புகளை உருவாக்குவதில் சூழ்நிலைக் காரணிகள் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன. எனவே, தாவரங்களுக்கும் அவற்றைச் சுற்றியுள்ள சூழ்நிலைக் காரணிகளுக்கும் நெருங்கிய தொடர்புகள் உள்ளன. நம் நாட்டில் பலவிதமான சூழ்நிலைகள் காணப்படுகின்றன. ஓரிடத்தில் மிகவும் அதிக மழையும், ஓரிடத்தில் மிகவும் அதிக வெப்பநிலையுடைய பாலைவனமும், ஓரிடத்தில் உயர்ந்த மலையும், மற்றோர் இடத்தில் மடுவும் பள்ளத்தாக்குகளும் அமைந்துள்ளன. இத்தகைய சூழ்நிலை வேறுநாடுகளுக்குத் தகுந்தவாறு பலவகையான தாவரக் கூட்டங்கள் உருவாகியுள்ளன. அவற்றுள் சிறப்பானவற்றை இங்கு காண்போம்.

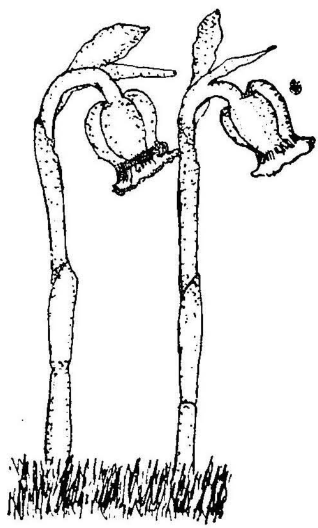
அ வெப்ப மண்டல மழைக் காடுகள்
(Tropical rain forest)

வெப்ப மண்டலக் காடுகளில் அடுக்குத் தாவரத்தொகுதி (Layer vegitation) உச்சநிலையை அடைகிறது. இப் பகுதியில் அதிகமான வெப்ப நிலையும் மழையும் உள்ளன. மண்ணில் மட்கு நிறைந்து, கறுப்பு நிறத்துடன் நுண் துளைகளைப் பெற்றுள்ளது. வளிமண்டலத்தில் காற்றீரப்பசை அதிகமாக இருக்கும். இக் காடுகளில் கீழ்க்கண்ட இயல்புகள் காணப்படுகின்றன.

1. இடத்தைப் பயன்படுத்துவது (Utilization of space): தாவரங்கள் பல அடுக்கங்களில் காணப்படும். ஹாம்போல்ட் (Hamboldt) என்பவர் விவரித்துள்ளபடி, காடுகளின்மேல் காடுகள் (Forest is piled upon forest) அமைந்துள்ளன. மேல் வரிசை

யில் உள்ள மரங்கள் 40 முதல் 50 மீட்டர் உயரம் வரையில் கிளைகளற்றுக் காணப்படும். அவ்வுயரத்திற்கு மேலே நீண்டு பரந்த கிளைகளுடனிருக்கும். இவைகளுக்குக் கீழே உயரம் குறைந்த மரங்களும். அவற்றிற்குக் கீழே மெல்லிய தண்டுகளுடைய பனைகள், மரப்பரணிகள் (Tree ferns), புதர்ச்செடிகளும், அர்டிகேசீ (Urticaceae), பைபெரேசீ, மிர்சினீ (Myrsineae), ரூபியேசீ (Rubiaceae), ஸைடாமினே (Scitamineae), ஏரேசீ போன்ற குடும்பங்களைச் சேர்ந்த 4 அல்லது 5 மீட்டர் உயரத்திற்குக் குறைந்த செடிகளும் காணப்படுகின்றன. நிலத்தில் ஒளிபடும் இடத்தில் பரணிகள், ஸிலஜினெல்லா, மாஸ்கள் போன்ற நிழற்தாவரங்களும் (Sciophytes) காணப்படுகின்றன. விரிந்து பரந்த மரங்களிடையே பெரும்பாலும் ஒளி ஊடுருவ முடியாது. ஆகையினால் தரையில் மிகக் குறைந்த தாவரங்களே உள்ளன.

மட்குண்ணிகள் (Saprophytes) : மண்ணில் மிக அதிகமான அளவில் மட்கு காணப்படும். இம் மட்கிலிருந்து தங்களுக்குக் தேவையான முழு அளவு உணவுப் பொருள்களையும் எடுத்துக்கொண்டு வாழும் முழு மட்குண்ணிகளான (Total Saprophytes) மானோட்ராபா யூனிஃபுளோரா (Monotropa uniflora) போன்ற செடிகள் காணப்படுகின்றன. இச் செடிகளில் உணவுதயாரிக்கும்பசுமையான இலைகள் இல்லை. தரைக்கு வெளியே காணும் செடியில் செதில் இலைகளும், பூக்காம்பும், பூக்களுமே காணப்படும். மற்றும் பர்மானியேசீ (Burmanniaceae), ஜென்ஷியனேசிக் (Gentianaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மட்குண்ணிகளும் உள்ளன. படம் 5.



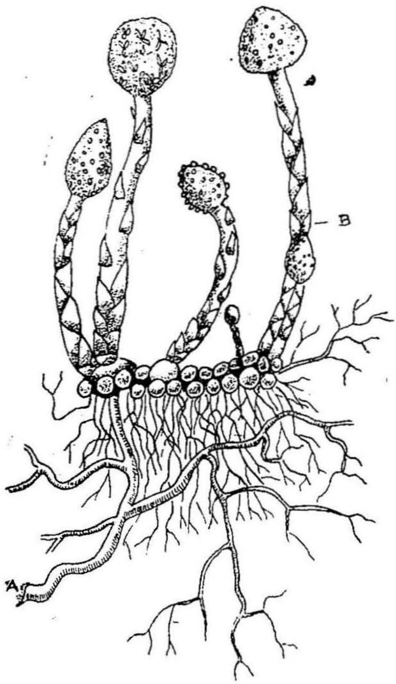
படம் 5.

மானோடிராபா யூனிஃபுளோரா முழு மட்குண்ணி

வேர் ஒட்டுண்ணிகள் (Root-paresites) :

1. **பலனொபோரா டயாய்கா** (Balanophora dioica) : இது அஸ்ஸாம் காடுகளில் காணப்படும். இது மற்ற தாவரங்களின் வேர்களில் ஒட்டிக் கொண்டு வாழும். தரைக்கு மேலே காணப்படும் தாவரத்தின் பகுதி செடியின் மாஞ்சரியகும். படம் 6.

2. ரா:.பிளஸியா ஆர்ளுல்டி (Rafflesia arnoldi): இச் செடி கிழக்கு இந்தியத் தீவுகளில் காணப்படும். இதன் உடலம் ஓம்பு

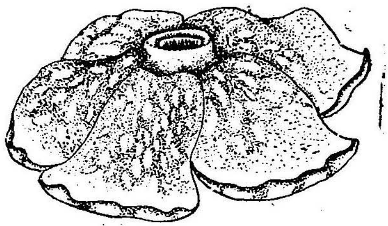


படம். 6.

பெலனோபோரா டையாய்கா வேர் ஒட்டுண்ணி

யிர்த் தாவரத்தின் (Host plant) வேர்களுக்குள் பூஞ்சையைப் போல் அமைந்திருக்கும். ஓம்புயிரிலிருந்த உணவை உட் கொண்டு வாழும். பூப் பூக்கும்போது, ஓம்புயிர்த் தாவரத்தின் வேரிலிருந்து மொட்டு வெளிக் கிளம்பும். மொட்டு விரிந்து உலகிலேயே மிகப் பெரிய 3 அடி விட்டமுள்ள (diameter) மலரைக் கொடுக்கும். (படம் 7), பெஸிடியோமைஸீடஸ் (Basidio mycetes) தொகுதியைச் சேர்ந்த பூஞ்சைகள் தரையில் காணப்படு கின்றன. தொற்றுத் தாவரங்கள் பல தாவரங்களின் மேலும் காணப்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிர இலைத் தொற்றுத் தாவரங் களான (Epiphyllons) பாசிகள் லிவெர்வொர்ட்டுகள், லைக்கன்கள் ஆகியவை காணப்படுகின்றன. வலிய தொற்றுத் தாவரங் களான ரோடோடெண்ட்ரான் ஜவானிகம் (Rhododendron

javanicum) (ஜாவா), ஃபைகஸ் (Ficus), மாட்னில்லா (Madnilla), ஃபேக்ரியா (Fagraea) போன்ற பூக்கும் தாவரங்களும் ஆஸ்பிளீ



படம். 7.

லேஃபிளெஸ்ஸியா ஆர்னுல்டி ஐ முழுவேல் ஒட்டுண்ணி

னீயம் நிடஸ் (Asplenium nidus) லைகோபோடியம் பிளெக்மேரியா, (lycopodium phlegmaria,) ஸைலோடம் ஃபிளாஸிடம் (Psilotum flaccidum) போன்றவைகளும் காணப்படுகின்றன. மற்றும் பாஹினீயா வாஹ்லி (Banhinia vahli) போன்ற பெருங்கொடிகளும் (Lianes) காணப்படுகின்றன.

இலைச் செல்வம் (Wealth of Leaves): தாவரங்களில் பூக்களையும், கனிகளையும் அரிதாக காணுகிறோம். லயேன்கள் என்ற பெருங் கொடிகளின் தண்டுத் தொகுப்பு நிலத்திற்கும் மரங்களின் முடிகளுக்கும் இடையே தொங்கிக் கொண்டிருக்கும். மற்றத் தாவரங்கள் மரங்களின் உச்சியை அடைவதற்கும் இவை உதவுகின்றன.

தாவரங்களின் எண்ணிக்கை (Number of Species): குறிப்பிட்ட நிலப் பரப்பில் மிக அதிகமான இனங்கள் நெருக்கமாக வளர்ந்துள்ளன. பிரேஸில் (Brazil) நாட்டில் ஒரு சதுர மைலில் 400 இனங்கள் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய இனக் கூட்டத்திற்கு இங்குக் காணப்படும் கால நிலை, மண்ணியல் முதலியவை காரணங்களாகும்.

தக அமைவுகள்

1. மர உருவம் (Tree from): பெரும்பாலான மரங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட உருவத்தைப் பெற்றிருப்பதில்லை. சில குடைபோலவும் (candelabra form) சில வரிசை வடிவமாகவும் (tiered form) சில பனைபோன்ற (Palmlike form) வடிவத்திலும் காணப்படும்.

2. வேர்கள்: உதைப்பு வேர்கள் (Buttress roots) அடி மரத்தில் 2 அல்லது 3 அடி உயரத்திலிருந்து தோன்றி, நாற்புறமும் விண்மீன் வடிவில் (Stellate) வளர்ந்து செல்லுகின்றன. இவற்றால் மரங்கள் உறுதியாக நிலத்தில் நிலைநாட்டப்படுகின்றன. (உ.ம்.) பாம்பாக்ஸ் மலபாரிகம் (Bombax malabaricum) ஃபைகஸ், மிரிஸ்டிகா (Myristica), ஸ்டெர்கூலியா கனரியம் (Sterculia canarium) போன்ற மரங்களில் உதைப்பு வேர்கள் காணப்படுகின்றன.

தூண்வேர்கள் (Proproots): ஆலமரம் (Ficus bengalensis), அரச மரம் (Ficus religiosa) போன்ற மரங்களில், அடிமரத்திலிருந்து வளர்ந்து வரும் தூண் வேர்கள் காணப்படுகின்றன.

2. பட்டை (Bark) : மரங்களின் புறவை இலேசானது; மரப்பட்டை கனமானதாக இருக்கும்.

3. மொட்டுகள்: மொட்டுகள் இலையமச் செதில்களினாலோ, இலை உறையினாலோ (Leafsheath), காம்பின் வளரிகளினாலோ பாதுகாக்கப்படுகின்றன. இதைத்தவிர, மொட்டுகளினின்று சுரக்கும் நீர் கோந்து, ரெஸின் முதலியவற்றாலும் பாதுகாக்கப்படுகிறது.

4. பூக்கள்: தண்டிலிருந்து நேரடியாக மிர்டேசி, (Myrtaceae) சபோடேசீ (Sapotaceae), போன்ற குடும்பத் தாவரங்களிலிருந்து தோன்றும். பூக்கள் மஞ்சள், வெண்மை, சிவப்பு, ஊதா ஆகிய வண்ணங்களில் சிறியவையாயும், தெளிவாகத் தெரிவனவாகவும் அமைந்திருக்கும்.

5. பருவ நிகழ்வு (Periodicity) : வெப்ப மண்டலக் காடுகளில் உள்ள தாவரங்களில் மற்ற தாவரங்களில் காணப்படும் பருவ மாறுதல்களுக்குரிய நிகழ்ச்சிகள் காணப்படமாட்டா. இத் தாவரங்களில் எப்பொழுதும் பசுமையான இலைகளும், பூக்களும் காணப்படும்.

6. இலைகள்: இலைகள் ஓராண்டிற்குமேல் மரங்களுடன் ஒட்டி அமைந்திருக்கும். இலைகள் பல வண்ணங்களிலும் காணப்படும். ஓராண்டு வாழ்வுக்கால முடிவில், இலைகள் உதிர்ந்து நிலத்தில் மிகுதியான இலைமட்கை உண்டாக்கும் இலைகள் பலவித வடிவங்களிலும் காணப்படும். இலைகள் தடித்துத் தோல் போன்று (Coria ceons) அமைந்திருக்கும்.

7. தாவரங்களில் உள்ள நீர் ஒழுங்குபடுத்தும் முறை (Regulation of the amount of water in the plants) (a) **நீர் இலைத்துளைகள்** (Hydathodes) : வளி மண்டலத்தில் உள்ள நீர்த்துளிகளின் அளவு அதிகமாவதால், தாவரங்களில் ஆவிப் போக்குக் குறை

யும். ஆனால், தொடர்ந்த, ஆற்றல்வாய்ந்த வேர் அழுத்தத்தினால் (Root pressure) தாவரங்கள் நிலத்திலிருந்து அதிக அளவில் நீரை உறிஞ்சியவண்ணம் இருக்கின்றன. அதனால் செல் இடை வெளிப் பகுதிகளில் நீராவிக்குப் பதிலாக நீர்த்துளிகளே நிரம்பி விடும் அபாயம் உள்ளது. இந் நீர்த்துளிகளை வெளியேற்ற நீர் இலைத் துளைகள் உதவுகின்றன.

(b) இலையின் கீழேயுள்ள புறத்தோல் செல்களில் சுரப்பி உரோமங்கள் (Glandular hairs) இருப்பதால், அதிகமான நீர் வெளியேற்றப்படுகின்றது.

(c) நீர்த்துளை (Water pore): இது இலைத்துளையைப் போன்றது. ஆனால், இலையின் மேற்புறத்தில் காணப்படும். நீர்த் துளைகளில் மெல்லிய செல்சுவர்களுடைய சிறிய, நிறமற்ற செல் கள் உள்ளன. இவை சாற்றுக் குழாய்க் கற்றையில் முடிவுறு கின்றன. வெப்ப மண்டலக் காடுகளில் காலை 6 மணியிலிருந்து பிற்பகல் 1 மணி வரை வெப்ப நிலை உயருகிறது; வளிமண்டலம் வறண்டு விடுகிறது. அதனால் காற்றீரப்பசை 70 சதவீதத்திற்குக் குறைந்து விடுகிறது. பிற்பகல் 2 அல்லது 3 மணிக்குமேல் புயலும் மழையும் வருகிறது. காற்றீரப்பசை 90 முதல் 95 சத வீதம்வரை உயருகிறது. தாவரங்களிலிருந்து வெளியாகும் ஆவிப்போக்கு நின்று விடுகிறது. ஒருநாளில் 2/3 பங்கு நேரத்தில் காற்றீரப் பசை நிறை அளவிற்கு வருகிறது.

8. வெப்ப மண்டலக் காடுகளில் அதிகாலையில் காற்றின் வறட்சியால் அதிகமான ஆவிப்போக்கு ஏற்படும். அதனால் இத் தாவரங்களில் வறள்நிலத் தாவரங்களில் அமைந்திருப்பது போன்ற கீழ்க்கண்ட தகஅமைவுகள் காணப்படுகின்றன.

தடித்த குயூடிகள் உள்ள புறத்தோல், குழிகளில் அமைந்த இலைத்துளைகள், மியூஸிலேஜ் (Mucilage) அமைந்த செல்கள், சேமிக்கும் டிரெக்கீடுகள் (Storage tracheids). நீர்சேமிக்கும் திசு உறுதிதரும் திசுக்கள் முதலியவை காணப்படுகின்றன.

(உ-ம்) ஃபைகஸ் எலாஸ்டிகா (Ficus clastica)

9. அடிக்கடி பெய்யும் தொடர்ந்த பலமான மழைக்காகப் பல தக அமைவுகள் வெப்ப மண்டலக் காடுகளில் உள்ள தாவரங் களில் காணப்படுகின்றன. இலைகளின்மேல் விழும் நீர்த்துளிகள் எளிதில் வடிந்து விழுமாறு, இலைகளின் நுனிகள் வடிநுனிகளாக (Driptips) அமைந்துள்ளன. பெரிய மழைகளுக்கு ஈடுகொடுக்கும் வகையில் உறுதியான தோல்போன்ற சிலிகா (Silica) போர்த்த புறத்தோலுடைய இலைகள் காணப்படுகின்றன. இலைகள் விறைப்பாகவும் பளபளப்பாகவும் உள்ளன. (உ-ம்) மிடினில்லா

மேக்னிஃபிகா (Midinilla magnifica), லெகூமினெசிக் (Legumin oseae)) குடும்பத் தாவரங்களில் உள்ள இலைகள் கூட்டிலைகளாக Compound leaves) இருப்பதால், அதிகமான மழை, இலைகளுக்குச் சேதம் விளைவிக்காமல், சிற்றிலைகளின் வழியாக வடிந்து விடுகிறது. வேகமான மழைச்சாரலை எதிர்க்க இலைக்காம்பு மேல் நோக்கி வளைந்துள்ளது. சில இலைகள் தொங்கிய நிலையில் இருப்பதால் மழை அவற்றிற்கு ஊறுவிளைவிப்பதில்லை. ஏரேசி, ஸைடாமினேக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த செடிகளின் இலையுறைகள் தண்டை மூடிக்கொண்டிருப்பதால், காற்றிற்கும் மழைக்கும் ஈடு கொடுக்கின்றன. அடிக்கடி வரும் மழையினல் இலைகள் நனைந்து, கனமாகி இலை ஒட்டுண்ணிகளால் ஒளிச்சேர்க்கையும் ஆவிப் போக்கும் தடை செய்யப்படுகின்றன. இத்தக அமைவுகளைத் தவிர, கீழ்க்கண்ட தகஅமைவுகளையும் ஜன்க்னெர் (Jungner) என்பவர் கூறியுள்ளார். இலைகளில் மேடுபள்ளமற்ற குயூடிகள் உள்ளதால், இலைகள் ஈரமாவதில்லை. இலை நரம்புகள் இலை நுனிகளுக்கு வழிகாட்டும் வகையில் (Channel nerves) கால்வாய் போல் அமைந்திருப்பதால், மழைநீர் எளிதில் வடிந்து விடுகிறது. மரங்களுக்குக் கீழே வளரும் கீழ்வரிசைச் சிறு செடிகளில் பல புறத்தோல் வளரிகள் வெல்வெட் போன்று அமைந்திருப்பதால் மழை ஈரம் எளிதில் பரவி உலர்ந்து விடுகிறது.

ஆ. இலையுதிர் காடுகள்
(Deciduous forests)

இக் காடுகளில் வெப்ப மண்டலக் காடுகளைவிட வெப்ப நிலை, மழையளவு, காற்றீரப்பசை முதலியன குறைந்து காணப்படும். மண்ணில் மட்குக் குறைந்து, அதனுல் மண்நுண்ணுயிர்களும் மட்குண்ணிகளும் அதிகமாகக் காணப்படுவதில்லை. காலநிலை (Temperature) மாறுபாட்டினுல், ஆண்டின் ஒரு பகுதியில் தாவரங்கள் இலைகளின்றிக் காணப்படும். சீதள மண்டலங்களில் உள்ள இலையுதிர் காடுகளில் குளிர்காலத்தில் தாவரங்கள் தம் இலைகளை உதிர்த்துவிடும். வெப்ப மண்டலங்களில் காணப்படும் இலையுதிர் காடுகளில் கோடை காலத்தில் வறட்சிக்காலம் நீட்டித்ததால், தாவரங்கள் தம் இலைகளை உதிர்த்து விடுகின்றன. மித மண்டல இலையுதிர்க் காடுகளில் உள்ள தாவரங்களின் இலைகள் இலேசானவை; வளையக்உடியவை; ஒளி ஊடுருவிச் செல்லக் கூடியவை. இலைகளின் புறத்தோல் செல்கள் மெல்லிய செல்சுவர்களோடு கூடியது. இலைகளில் மேற்புறம் (Dorsal side) என்றும் கீழ்ப்புறம் என்றும் பிரிக்கக்கூடிய வகையில் அமைந்துள்ளது. வலிமையான, பரவலான ஒளிக்கு நேராக இலைகள் உள்ளன. இலைகள் பலவித மடல்களாகப் (lobed) பிரிந்துள்ளன.

இலையுதிர் காடுகள், ஆண்டு மழையளவு (Annual rainfall) 60 முதல் 70 அங்குலம் உள்ள இடங்களில் காணப்படும். நம் நாட்டில் தக்காண பீடபூமியில் உள்ள மலைகளில் உயரம் குறைந்த பகுதிகளிலும், இமயமலை அடிவாரத்திலும், அஸ்ஸாம், வங்காளம் ஆகிய மாகாணங்களின் சில பகுதிகளிலும் இலையுதிர் காடுகள் காணப்படுகின்றன. தமிழ்நாட்டில் உள்ள மலைத்தொடர்களில் 3000 அடிக்கும் 5000 அடிக்கும் இடையேயுள்ள உயரங்களில் இவ்விதமான இலையுதிர் காடுகள் காணப்படுகின்றன.

இலையுதிர் காடுகள் வெப்ப மண்டல மழைக்காடுகளைச் சில பண்புகளில் ஒத்துள்ளன. வெப்ப மண்டல மழைக் காட்டில் உள்ளதைப்போலவே, இலையுதிர் காடுகளிலும் உயர்ந்த மரங்கள் விஞ்சுதன்மை பெற்றவை ஆனால், வெப்ப மண்டல மழைக் காடுகளில் உள்ள மரங்கள் மிகவும் உயர்ந்து 150 அடி உயரத்திற்கு மேல் வளர்ந்து காணப்படும். இலையுதிர் காடுகளின் மரங்கள் 150 அடி உயரத்திற்குக் குறைவானவை. வெப்பமண்டல மழைக் காடுகளில் உள்ள மரங்கள் மிகவும் அடர்த்தியாக இருக்கும். வெப்ப மண்டல மழைக்காடுகளில் தொற்றுத் தாவரங்களின் எண்ணிக்கை மிக அதிகமாக இருக்கும் இதற்குக் காரணம் அங்கு வளிமண்டலத்தின் காற்றீரப்பசை அதிகமாக இருக்கும். ஆனால், இலையுதிர் காடுகளில் வளிமண்டலக் காற்றீரப் பசையின் அளவு குறைவு; அதனால் தொற்றுத் தாவரங்களும் மிகவும் குறைந்து காணப்படும். வெப்பமண்டல மழைக்காடுகளில் லயேன் என்ற பெருங்கொடிகள் அதிகம்; ஆனால, இலையுதிர் காடுகளில் மிகவும் குறைவு. வெப்பமண்டல மழைக்காட்டில் உள்ள தாவரங்களின் இலைகள் பெரியவை, தோல் போன்ற நயமுடையவை, மாறாப் பசுமையுடையவை. ஆனால், இலையுதிர் காட்டில் உள்ள தாவரங்களின் இலைகள் மிதமான தடிப்புடையவை, பெரும்பாலும் இடைநிலத்தாவரத் தன்மைகளை உடையவை. வறட்சிக்காலம் ஆரம்பமாகும்போது இலைகளை உதிர்த்துவிடும். பிறகு பூக்களும் கனிகளும் தோன்றும்.

இலையுதிர் காடுகளில் காணும் மரங்கள் : தேக்கு (Tectona grandis), ஷோரியா ரோபஸ்டா ((Shorea robusta), சந்தனமரம் (Santalum albin). டில்லீனியா ஆரியா (Dillenia aurea), டெரோகார்பஸ் சாண்டலினஸ் (Pterocerpus santalinus), லெகெர்ஸ்ட்ரோமியா இனெர்மிஸ் (Lagerstromia inermis), ப்யூடியா ஃபிரான்டோஸா (Butea froundosa), க்ளோரோ ஸைலான் (Chloroxylon), ஃபைகஸ் முதலியன. இக் காடுகளில் புதர்ச் செடிகள் குறைவாக உள்ளன. (உ-ம்) மந்தாரை (Bauhinia), டயாஸ்பைரோஸ் (Diospyros), ஸ்ட்ரிக்னஸ் (Strychnos), இலந்தை சிறுசெடிகளும் மிகக்

குறைவாகவே காணப்படும். (உ-ம்) பில்லான்தஸ், (Phyllanthus), அகாலிபா (Acalypha), சில நிலம்வாழ் பரணிகள்.

இ. முட்காடுகள்

(Scrub jungle)

முட்காடுகள் என்பவை சுமாரான மழை அளவும், அதிகமான வெப்ப நிலையும் உள்ள இடங்களில் காணப்படும். இவ்விடங்களில் உள்ள மண்ணில், மட்கும் மண் நுண்ணுயிரிகளும் அதிக மில்லாது, மண் வளம் குறைந்து காணப்படும். தமிழ்நாட்டில் உள்ள செங்கல்பட்டு, இராமனுதபுரம் மாவட்டங்களின் கடற்கரை யோரப் பகுதிகளிலும், கடல் மட்டத்திற்குமேல் 3000 அடி உயரத் திற்குக் குறைவாயுள்ள எல்லா மலையடிவாரங்களிலும் இத்தகைய முட்காடுகள் காணப்படுகின்றன. சென்னைக்கு அருகில் உள்ள வண்டலூர், காட்டுப்பாக்கம் ஆகிய ஊர்களிலும், கோயமுத்தூரை யடுத்த மருதமலை, கரடிமலை, பாலமலை போன்றவைகளிலும், திருச்சியை அடுத்துள்ள நாரத்தாமலை போன்ற இடங்களிலும், முட்காடுகள் காணப்படுகின்றன. இத்தகைய முட்காடுகளில் காணப்படும் பொதுப் பண்புகளாவன :

1. பெரும்பாலான தாவரங்கள் இடைநிலைத் தாவரங்களாக வும், வறள்நிலத் தாவரங்களாகவும் உள்ளன.

2. மரங்கள் எண்ணிக்கையில் குறைந்து காணப்படும். மரங்கள் காணப்படினும் அவை வளர்ச்சி குன்றியவைகளாகக் (Dwarfed) காணப்படும்.

3. புதர்ச் செடிகளும், சிறு செடிகளுமே அதிகம்.

4. பெரும்பாலான தாவரங்களில் அதிக வெப்பநிலையைத் தாங்குவதற்கேற்ற தகஅமைவுகள் காணப்படுகின்றன.

5. இலைகள், தனியிலைகள், சிறியவை. இலைமேற்பரப்பு உரோமங்களுடனோ, மெழுகுப்பூச்சுடனோ காணப்படும். இலை பளபளப்பாகவோ, மங்கலான பசுமை நிறத்துடனோ காணப் படும்.

இங்குப் பொதுவாகக் காணப்படும் விஞ்சுத்தன்மைபெற்ற முட்களுடைய தாவரங்கள் :

டைக்ரோஸ்டேகிஸ் (Dichrostachys)

டீரெலோபியம் (Pterolobium)

இலந்தை (Lizyphus)

ஸ்கூடியா மிர்டினு (Scutia myrtina)

டொடேலியா ஆஷியாடிகா (Toddelia asiatica)

களா (Cerissa carandus)

வேல மரம் (Acacia)

அஸிமா டெட்ராகான்தா (Asima tetracantha)

அகேஷியா பிளானிஃபார்மிஸ் (Acacia planiformis)

இவற்றைத் தவிர முட்களுடைய சிறு செடிகளும் காணப் படும்.

ஆஸ்பராகஸ் (Asparagus)

ஹியூகோனியா மிஸ்டேக்ஸ் (Hugonia mystax)

ராண்டியா மலபாரிகம் (Randia malabaricum)

சில தாவரங்கள் வறள்நிலத் தாவர அமைப்பைப் பெற்றுள் ளன.

முப்பட்டைக் கள்ளி (Euphorbia antiquorum)

பாச்சான் (Euphorbia tricalli)

சார்கோஸ்டெம்மா (Sarcostemma)

கரல்லூமா (Ceralluma)

ஸீரோபீஜியா (Ceropegia)

பிரண்டை (Cissus quadrangularis)

சான்ஸ்வீரியா (Sansveiria)

ஆலோவீரா (Aloevira)

இவற்றைத் தவிர கீழ்க்கண்ட சில கொடிகள் காணப்படு கின்றன.

காக்குலஸ் (Cocculus)

கானவாலியா (Canavalia)

இக்னோகார்பஸ் (Ichnocarpus)

அகனுஸ்மா (Aganosma)

லெப்டடீனியா (Leptadenia)

டீமியா (Daemia)

கிரிப்டோலெபிஸ் (Cryptolepis)

ஜிம்னீமா (Gymnema)

டைலோபோரா (Tilophora)

முட்களில்லாத கீழ்க்காணும் சில தாவரங்களும் முட்காடுகளுள்ள பகுதிகளில் காணப்படும்.

பாவெட்டா (Pavctta)

காட்டாமணக்கு (Jatropha glandulifera)

ஆவாரை (Cessia auriculata)

மெமிஸிலான் இண்டிகம் (Memycelon indicum)

அடலான்ஷியா மானேபில்லா (Atalantia monophylla)

இண்டிகோபெரா (Indigofera)

ஈ. தொற்றுத் தாவரங்கள்

(Epiphytes)

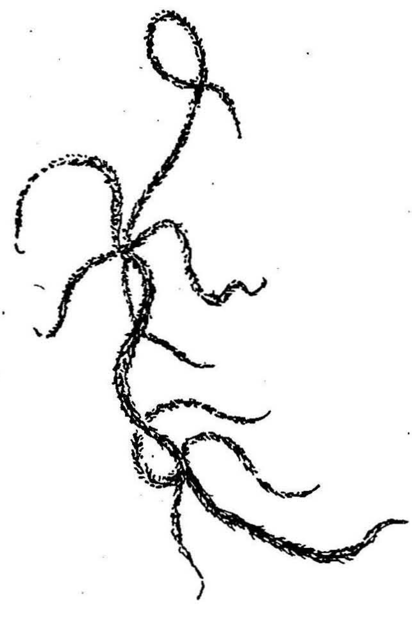
இவை மற்ற தாவரங்களின்மேல் வளரும்; ஆனால் அவற்றிலிருந்து உணவு எடுத்துக்கொள்ளுவதில்லை. இவைகளுக்கு ஆதாரமாகவுள்ள தாவரங்களைத் தாங்கிகள் (Supporters) என்கிறோம். தாங்கிகளிலிருந்து எவ்விதமான ஊட்டப் பொருள்களையும் எடுத்துக்கொள்ளுவதில்லை என்றாலும், இவை அதிகமான எண்ணிக்கையில் காணப்பட்டால் தாங்கிகளுக்குக் கெடுதி ஏற்படும்; அதிகமான ஈரம் உண்டாகும், சுவாசித்தல் குறையும்.

1. உறவு முறை (Relationship): சிலவகையான தொற்றுத் தாவரங்கள் சிலவகையான தாங்கிகளின்மேல்தான் வளருகின்றன. இதற்குத் தேர்வுத்தன்மை (Selectivity) என்று பெயர். தொற்றுத் தாவரங்கள் நீர்த் தாவரங்களிலும், நிலத் தாவரங்களிலும் காணப்படும். நீர்நிலைகளில் காணும் பாசிகள் மற்ற பெரிய பாசிகளின்மேல் வளரும்; அல்லது பெரிய தாவரங்களின் வேர்களின்மேல் வளரும். எலாகிஸ்டா ஃபுயூசிகோலா (Eleachista fusicola) என்னும் சிறு பாசி ஃபுயூகஸ் (Fucus) என்னும் பெரிய பாசியின்மேல் வளரும்.

2. தொற்றுத் தாவரங்களின் சூழல்: காற்றீரப்பசை அதிகமாக உள்ள இடங்களிலும், மழை, பனி அதிகமாக உள்ள இடங்களிலும், தொற்றுத் தாவரங்கள் அதிகமாகக் காணப்படும். இவைகளின் எண்ணிக்கை பருவநிலை மாறுதல், காற்றின் இயக்கம் ஆகியவற்றைப் பொறுத்தும் மாறுபடுகின்றது. சீதள கால நிலையில் (temperate climates) பாசி, லைக்கன் மாஸ் முதலியவைகள்

காணப்படுகின்றன. வெதுவெதுப்பான காலநிலைகளில் (warm climates) பரணிகள் போன்ற பூவாத்தாவரங்கள் (Cryptogams) உள்ளன. பூக்கும் தாவரங்களில் ஆர்க்கிடேசீ (Orchidacae), எரேசீ (Araceae), புரோமீலியேசீ (Bromeliaceae), கேக்டேசீ (Cactaceae), பைபெரேசீ (Piperaceae) ஆகிய குடும்பத்தைச் சேர்ந்த இனங்கள் தொற்றுத் தாவரங்களாக உள்ளன. வெப்ப மண்டலக் காடுகளில் (Tropical forest) மேற்கண்ட பூக்கும் தாவரங்களுடன் பூவாத் தாவரங்களான பாசி, பூஞ்சை, லைக்கன், பொரெல்லா (Porella), மாஸ் லைகோபோடியம் (Lycopodium), ஸிலாஜினெல்லா (Selaginella), பாலிபோடியேசிக் (Polypodiaciac) குடும்பத்தைச்சேர்ந்த பல பரணிகள் முதலியனவும் தொற்றுத் தாவரங்களாகக் காணப்படுகின்றன. இத் தொற்றுத் தாவரங்களில் காணும் சில தக அமைவுகளைக் காண்போம்.

1. இனப்பெருக்கம் (Reproduction): விதை, ஸ்போர்கள் (spores) போன்ற இனப்பெருக்கிகள் அல்லது **வித்திகள்** (propagules)



படம். 8.

டில்லாண்ட்ஸியா அஸ்னியாயடிஸ் தண்டுத் தொகுப்பின் ஒரு பகுதி தோற்றத் தாவரம்

எளிதில் பரவவேண்டும். பிறகு, தகுந்த சூழலில் மற்றத் தாவரங்களின்மேல் ஒட்டிக்கொண்டு முளைக்க வேண்டும். இவற்றின் வித்திகள் காற்றினால் பரவும் வகையில் சிறியவையாகவும், இலேசானவையாகவும் இருக்கின்றன; அல்லது நீண்ட இழைகளுடனிருந்தால் மரங்களின் அடிப்பாகத்திலோ, இலைகளின் மேலோ ஒட்டி வளர்ந்துவிடும். ஏரேசீ, புரோமீலியேசீ, கேக்டேசீ போன்ற குடும்பத் தாவரங்களின் பழங்களை அல்லது விதைகளைப் பறவைகள் உண்ணுகின்றன. விதைகள் பறவைகளின் எச்சத்தினுடன் மரங்களின்மேல் தங்கிப் புதிய தாவரங்களை உண்டாக்குகின்றன. வேரில்லாத டில்லாண்ட்ஸியா அஸ்னியாய்டிஸிலிருந்து (Tillandsia usneoides) துண்டித்த சிறு பகுதிகள் (fragments) மரங்களில் ஒட்டிக்கொண்டு வளர ஆரம்பிக்கும்.

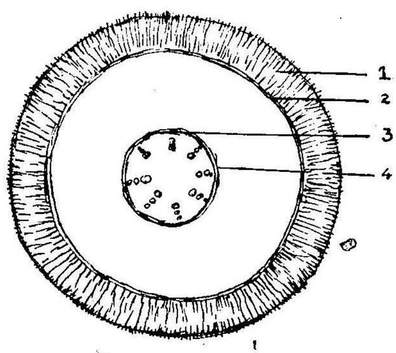
2. ஊன்றுதல் (Fixation) : மாஸ்களும், லைக்கன்களும் தங்கள் ரைஸாய்டுகளின் (Rhizesds) மூலமாக மரங்களின் புரணிக்குள் (cortex) பாய்ந்து ஊன்றிக்கொள்கின்றன. பூக்கும் தொற்றுத் தாவரங்களில் நீரையும் மட்கையும் உறிஞ்சும் உறிஞ்சு வேர்களும் (absorbing roots), தாங்கிகளில் பற்றிக்கொள்ளுவதற்கேற்ற பற்று வேர்களும் (Clasping or Clinging roots), காற்றில் உள்ள ஈரத்தை உறிஞ்சுவதற்கேற்ற தனியான வேற்றிடத்து வெளிவேர்களும் (Aerial adventitious roots) காணப்படுகின்றன. (உ-ம்.) வாண்டா (Vanda)

3. நீருக்கு வழி (Provision of water) : இத்தகைய தாவரங்கள் மழை, பனி முதலியவற்றால் கிடைக்கும் நீரினையும், அதனால் மரப்பட்டைகளினிடையே தங்கும் நீரையும் பயன்படுத்திக் கொள்ளுகின்றன. சில தொற்றுத் தாவரங்கள் தங்கள் நீருக்காகப் பனியையும் (dew) மூடுபனியையும் (Frost) நம்பியுள்ளன. பாசி, மாஸ், லைக்கன், டில்லாண்ட்ஸியா அஸ்னியாய்டிஸ் போன்ற புரோமீலியேசீக் குடும்பத் தாவரங்கள் தங்களிடமுள்ள உறிஞ்சு உரோமங்களினால் (absorbing hairs) நீர் கிடைக்கும் சமயங்களில் நீரினை உறிஞ்சிக்கொள்ளுகின்றன. ஆர்க்கிடேசீ, ஏரேசீ போன்ற குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் வெலமன் (Velamen)என்ற பஞ்சுபோன்ற திசுக்கள் வேர்களின் புறத்தே அமைந்து, காற்றில் உள்ள நீர்த்துளிகளை உறிஞ்சுகின்றன. டில்லாண்ட்சியா பல்போசாவில் (Tillandsia bulbosa) இலைகளுக்கிடையே நீரை உறிஞ்சி, இருத்திக்கொள்ளுகின்றன. டெரடோபில்லம் அகுயுலியேடம் (Teratophyllum aculeatum) என்ற பரணியில் இருவிதமான இலைகள் உள்ளன. சில இலைகள் பை இலைகள் (Pocket leaves) எனப்படும். இவை தண்டுகளுடன் ஒட்டி அமைந்திருக்

கும். இவற்றில் மழை நீர் தங்கிவிடும். மற்றொரு வகை இலைகள் இயல்பான உணவு தயாரிக்கும் வேலையைச் செய்கின்றன.



படம் 9. வேண்டா என்ற தொற்றுத் தாவரம்
ஏ—வேற்றிட வெளிவேர்
பி—தழுவு வேர்

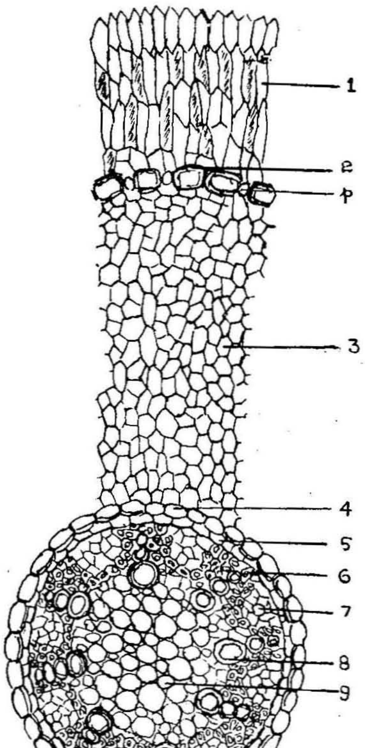


படம். 10A

வேண்டா என்னும் தாவரத்தின் வேற்றிட வெளிவேரின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

1. வெலமென்
2. எக்ஸோடெர்மிஸ்
3. புரணி
4. எண்டோடெர்மிஸ்

தொற்றுத் தாவரங்களும் வறட்சியும் : தொற்றுத் தாவரங்கள் வறட்சியினுல் பாதிக்கப்படுகின்றன. பாசி, லைக்கன், மாஸ்



படம். 10.B

வாண்டா என்னும்
தொற்றுத் தாவரம்
வேற்றிட வெளிவேரின்
குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

1. வெலெமன்

2. எக்ஸோடெர்மிஸ்

P நுழைசெல்

3. புரணி

4. எண்டோடெர்மிஸ்

5. பெரிஸைக்ள்

6. புரோடோன ஸலம்

7. புளோயம்

8. மெடாஸைலம்

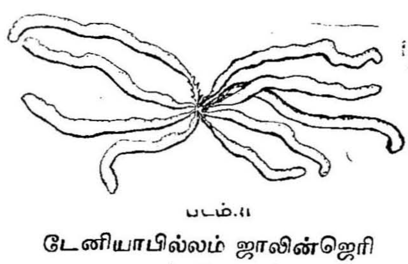
9. பித்

போன்ற சிறு தாவரங்களுக்கு வறட்சியினின்று பாதுகாக்க வழி யில்லை, நீண்ட வறட்சிக்காலங்களில் இவை உயிர்பிழைத்து மழையோ, பனியோ வரும்போது மீண்டும் துளிர்க்க ஆரம்பிக் கின்றன. தொற்றுத் தாவரங்களிலும் வறள்நிலத் தாவரங்களிலும் வறள்நிலத்தக அமைவுகள் (Xerophytic adaptations) ஒரேமாதிரி யாக அமைந்துள்ளன. எனவே நீரைச் சேமிப்பதற்கும், ஆவிப் போக்கினுல் நீர் சேதம் அடையாமல் பாதுகாக்கவும் பல புற, அக, செயல்களில் தக அமைவுகள் அமைந்துள்ளன. ஆர்க்கிடேசீ, பைபெரேசீக் குடும்பத் தொற்றுத்தாவரங்களின் இலைகளில் நீர் சேமிக்கும் திசு (Water Storage tissue) அமைந்துள்ளது.

பல்போபில்லம் பால்பிஜெரெம் (Bulbophyllum balbigerum) செடியில்கணுவிடைப் பகுதிகளில் நீர் சேமித்துவைத்தலால் குமிழம் போன்ற அமைப்புக் காணப்படுகின்றது. இதற்குப் போலிக் குமிழம் (Pseudobulb) என்று பெயர். டிஸ்க்டியா (Dischidia) லிவெர்வொர்ட்ஸ் (Liverworts) தாவரங்களில் நீர் சேமிக்கும் நீர்ப் பைகள் காணப்படுகின்றன.

4. உணவுப் பொருள் (Food material): இத் தாவரங்கள் காற்றில் உள்ள கரியையும், சூரிய வெளிச்சத்தையும் நீரையும் சேர்ந்து பசுங்கணிகங்கள் மூலம் உணவு தயாரிக்கின்றன. தொற்றுத் தாவரங்களின் பின்னிய வேர்களுக்கிடையே உள்ள இலைமட்கையும் கனிப்பொருள்களையும் இவை பயன்படுத்திக் கொள்ளும். சில தாவரங்களில் பை இலைகள், கவச இலைகள் (Mantle leaves) உள்ளன. இவற்றில் நீர் சேகரம் செய்யப் படுகிறது. (உ.ம்.) ஆஸ்பிளீனியம் நிடஸ் பாலிபோடியம் குயெர்ஸிஃபோலியம் (Polypodium quercifolium), பிளாடிஸெரியம் அல்ஸிகார்னி (Platicerium alcicorni) போன்ற பரணிகள்.

5. தண்டுத்தொகுப்பின் அமைப்பு (Construction of the shoot): தொற்றுத் தாவரங்களின் தண்டுத் தொகுப்புக்களின் அமைப்புப் பல தாவரங்களிலும் மாறுபடுகின்றது. டில்லாண்ட்ஸியா அஸ்னியாய்டிஸ் தாவரத்தில் வேர்களேயில்லை. டேனியோபில்லம் ஜாலின்ஜெரி (Taeniosphyllum zollingeri) பாலிரைஸா ஜன்காலிஸ்



படம்.11

டேனியாபில்லம் ஜாலின்ஜெரி
உணவு தயாரிக்கும் வேர்கள்

(Polyrrhiza juncelis) தாவரங்களில் பசுமை நிறமுள்ள உணவு தயாரிக்கும் (Photosynthetic roots) வேற்றிட வெளிவேர்கள் உள்ளன.

ஷிம்பெர் (Schimper) என்னும் பேரறிஞரது கருத்துப்படித் தொற்றுத் தாவரங்கள் நான்கு வகைப்படும்:

1. தாங்கிகளின் புறணிப் பகுதியிலிருந்து உணவு எடுத்துக் கொள்ளுபவை.

2. மண்ணில் வெளிவேர்களை அனுப்பி ஊட்டப் பொருள்களை அடைபவை.

3. தங்கள் வேர்களுக்கிடையே அல்லது இலைகளுக்கிடையேயுள்ள ஈரமான இலைமட்கிலிருந்து உணவை எடுத்துக் கொள்ளுபவை.

4. இலைகள் வேர்களின் வேலைகளை ஏற்று, நீரையும் ஊட்டப்பொருள்களையும் உறிஞ்சுதல்.

தொற்றுத் தாவரங்களுக்கும், நிலம்வாழ் வறள்நிலத் தாவரங்களுக்கும் சில அமைப்பியல்புகளில் ஒற்றுமை காணப்படுகின்றன. இருவகைத் தாவரங்களும வறட்சியைத் தாங்கக் கூடிய பொதுவான தக அமைவுகளைப் பெற்றுள்ளன. ரிப்சாலிஸ் (Rhipsalis), கஸிதா (Cassytha), சில கேக்டேசீக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்கள் வறள்நிலத் தாவரங்களாகவும், தொற்றுத் தாவரங்களாகவும் வாழ்கின்றன.

உ. கடற்கரை மணல் தாவரங்கள்

(Sandy Sea-Shore Vegetation)

கடற்கரையில் மணற்பாங்கான பகுதிகளில் ஒரு குறிப்பிட்ட தாவரத்தொகுதிகள் காணப்படுகின்றன. கடற்கரையில் வெப்பநிலை மிக அதிகமாக இருக்கும். மழை அதிகமாக இருந்தபோதிலும், நீர் தங்காமல் மணலுக்குக் கீழே சென்றுவிடும். மணலில் உள்ள மட்கின் அளவு மிகவும் குறைந்திருக்கும். எனவே, இதை வளமான மண் எனச்சொல்ல இயலாது. காற்றின் நேர் வேகம் அதிகமாயும், காற்றீரப்பசை குறைவாகவும் இருக்கும். இத்தகைய சூழ்நிலைக் காரணிகளைப் பெற்ற இடங்களில் ஒரு சில தாவரங்களே வெற்றிகரமாக வாழ இயலும். அவை பெரும்பாலும் வறள்நிலத் தாவர உருவ அமைப்பினைப் பெற்றுக் காணப்படும்.

இராமேஸ்வரம் போன்ற சிறு தீவுகளில் காற்றினால் மணல் குவிந்து, மணற் குன்றுகள் (Sand-dunes) ஆகின்றன. இம் மணற் குன்றுகள் காற்றின் நேர் வேகத்திற்குத் தகுந்தவாறு மாறிக்கொண்டேயிருக்கும். இவைகளுக்கு மாறும் மணற் குன்றுகள் (shfiting dunes) என்று பெயர். மணற் குன்றுகளில் இருவிதமான சரிவுகள் உள்ளன. ஒன்று, காற்று மணலைச் சேர்க்கும் பகுதி—இதில் காற்று மணலைச் சேர்த்துக்கொண்டேயிருப்பதால், எத்தகைய தாவர வாழ்விற்கும் இப் பகுதி ஏற்றதாக இல்லை. இதற்குக் காற்று நோக்கிய பக்கம் (Windward side) என்று பெயர். இதற்கு எதிர்ப்புறம் சிறிது நிலைத்த தன்மை

யுடையது. இதற்குக் காற்று மறைவுப் பக்கம் (Leeward side) என்று பெயர். இந்தக் காற்று மறைவுப் பக்கத்தில்தான் ஏதாவது தாவரங்கள் வாழ இயலும். முதலில் பேனிகம் (Panicum), பென்னிஸிடம் (Pennisetum) போன்ற புற்கள் இம் மணற் குன்றுகளில் முன்னோடிகளாக வாழ்கின்றன. இவற்றின் நார் போன்ற பரந்த வேர்த்தொகுப்பினுல் ஓரளவு மணல்கள் உறுதி யாக்கப்படுகின்றன. அவைகளுக்கிடையே வந்து சேரும் மண், மட்கு முதலியவை சேர்ந்து மற்ற தாவரங்களுக்கு வழிவகுக் கின்றன. பின்னர் எருக்கு (Calotropis), இண்டிகோஃபெரா அர்ஜென்டியா (Indigofera argentea), கால்லிகோணம் பாலி கோணுய்டிஸ் (Calligonum polygonoides), பூளைப்பூ (Aerva tomentosa) தாழை போன்ற செடிகள் வந்து வாழுகின்றன.

கடற்கரை மணலில் கீழ்க்காணும் மூன்றுவிதமான தாவரச் சேர்க்கைகள் காணப்படுகின்றன.

1. **ஐபோமியா - பெஸ் - காப்ரி-சேர்க்கை** (Ipomoea-pes-caprae Association): இது தரைமேல் படர்ந்து, கணுக்கள்தோறும் வேர்கள் விட்டுக்கொண்டு வளர்ந்து செல்லும் நிலம் படர் தாவரம். கணுக்களிலிருந்து வளரும் வேர்கள் அங்குள்ள மணல் துகள் களிடையே புகுந்து, கெட்டியாகப் பதிந்துகொள்ளுகின்றன. இதனுல் இதற்கு மணல் பிணைப்பி (Sand-binder) என்று பெயர். இச் செடியில் உள்ள இலைகள் தடித்து, நீர் சேமிப்புத் திசுக் களுடன் காணப்படும். இது வறள்நிலத் தாவரங்களில் காணப் படும் ஒரு தக அமைவு ஆகும். இதனுடன் ஃபிம்பிரிஸ்டைலிஸ் (Fimbristylis) ஜீனியோஸ்பெர்மம் புராஸ்ட்ரேடம் (Geniospermum prostratum) போன்ற தாவரங்களும் காணப்படுகின்றன.

2. **கானவாலியாச் சேர்க்கை** (Canavalia association): கானவாலியா லீனியேடா (Canavalia lineata) என்பது இச் சேர்க் கையில் உள்ள விஞ்சு தன்மைபெற்ற தாவரம். இதனுடன் ஃபிம்பிரிஸ்டைலிஸ் ஸெரிஸியா (F. Sericea) போன்ற வறள்நிலத் தாவரங்கள் வறண்ட வளமற்ற மணலில் காணப்படும்.

கடற்கரைக்கு மிகவும் அருகில் வீசும் கடற்காற்றில் உப்புக்கள் கலந்திருப்பதால், இப் பகுதியில் உவர்நிலத் தாவரங் களான சுயேடா நூடிஃபுளோரா (Suaeda nudiflora), சாலிகோர் னியா (Salicornia) முதலியவை காணப்படுகின்றன. இவற்றின் தண்டுகள் சதைப்பற்றுடையவையாயும் இலைகள் மிகச் சிறியவை யாயும் உள்ளன.

3. **ஸ்பைனிஃபிக்ஸ் லிட்டோரியஸ் சேர்க்கை** (Spinifix littorius Association): ஈரம் அதிகமில்லாத வளமற்ற வறண்ட மண்ணில்

இச் செடி வளர்கிறது. இச் செடி தரைக்குக் கீழே உள்ள மட்ட நிலத் தண்டினுல் எளிதில் பரவுகிறது. இதன் பெண் ஸ்பைக் லெட் மஞ்சரியில் உள்ள (Female spikelet inflonescence) பூவடிச் செதிகள் (Bracteoles) கூர்முட்களாக மாறியுள்ளன. மஞ்சரி செடியிலிருந்து தனியாகப் பிரிந்து, காற்றினுல் அடித்துக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. அச் சமயத்தில் மஞ்சரியிலிருந்து கனிகள் அதன் வழியெல்லாம் சிதறிப் பரவுகின்றன; இறுதி யாகக் கனியுடன் சேர்ந்துள்ள பூவடிச் செதிள் கனியுடன் ஓரிடத் தில் ஊன்றி, கனி முளைத்துப் புதிய செடியாக வகை செய் கிறது.

ஊ. உவர்நிலத் தாவரங்கள் (Halophytes)

கடற்கரை ஓரங்களில் உள்ள உவர் ஏரிகளிலும் (salt lakes), உவர் ஊற்றுக்களிலும் (Salt springs), மண்ணில் கலந்துள்ள உப்பு நீங்க வகையில்லாத இடங்களிலும் உவர்நிலத் தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. உவர்நிலத் தாவரங்கள் காலநிலை மாறுதல் களால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இத்தகைய இடத்தில் சோடியம் கார்பொனேட் (Sodium corbonate), சோடியம் குளோரைட் (Sodium chloride) சோடியம் சல்பேட் (Sodium Sulphate) மக்னீஷியம் சல்பேட் (Magnisium sulphate) ஆகிய உப்புக்கள் மண்ணில் அதிக அளவில் கலந்துள்ளன. எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட வகைத் தாவரங்களே இங்கு காணப்படுகின்றன, இவ் வாழ்விடம் பல நாடுகளிலும் பொதுவான பண்புகளைப் பெற்றுள்ளது. எனவே இதில் வாழும் தாவரங்களுக்கும் சில பொதுப்படையான புற, அக, செயலியல் தக அமைவுகள் காணப் படுகின்றன.

1. **வாழ்வுக் காலம்:** ஓராண்டுத் தாவரங்கள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. இவைகளுக்கிடையே மற்ற தாவரங்கள் வந்து குடியேறும் வகையில், இத் தாவரத் தொகுதி அமைந் துள்ளது.

2. **உள்ளமைப்பு (Anatomy):** இவ் வாழ்விடங்களில் உப்புக் களின் அளவு அதிகமாக இருபபதால், நிலத்தில் நீரிருந்தும், அந் நீரைத் தாவரங்கள் உறிஞ்ச முடியாத செயலியல் வறட்சி (Physiological dryness Schinper) காணப்படுகிறது. இதனுல் வறள் நிலத் தாவரங்களில் காணப்படும் தக அமைவுகள் இத் தாவரங் களிலும் காணப்படுகின்றன. வறட்சியை எதிர்க்கவும், வறட்சி யைத் தவிர்க்கவும் வறள்நிலத் தாவரங்களில் எத்தகைய

தகஅமைவுகள் காணப்படுகின்றனவோ, அவைகள் உவர்நிலத் தாவரங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

(a) சதைப்பற்றுள்ள தன்மை (Succulence) அநேகமாக எல்லாத் தாவரங்களுமே சதைப்பற்றுள்ளவையாயும், ஒளி ஊடுரு வும் தன்மையுடையனவாகவும் இருக்கின்றன. தாவரங்களின் செல்களில் மிகுதியான செல்சாறும் (Cellsap), குறைவான பச்சய மும் (Chlorophyll) சிறிய செல் இடைவெளிப் பகுதிகளிலும் உள்ளதால், இலைகளும் தடித்துச் சதைப்பற்றுடையனவாய்க் காணப்படும்.

(b) ஈருருவ இலைகள் (Dimorphic leanes) கடற்கரையோரத் தில் உள்ள உவர்நிலத் தாவரங்களில் தடித்த சாறுள்ள இலைகள் உள்ளன. உள்நாட்டில் மெல்லிய இலைகள், ஈருருவ வடிவில் அமைந்துள்ளன. (உ-ம்) லோடஸ் கார்னிகுலேடஸ் (Lotus corniculatus), கன்வால்வுலஸ் ஆர்வென்ஸிஸ் (Convolvulus arvensis), மெட்ரிகேரியா இனோடோரா (Matricaria inodora), சோலேனம் டல்கேமரா (Solanum dulcamara)

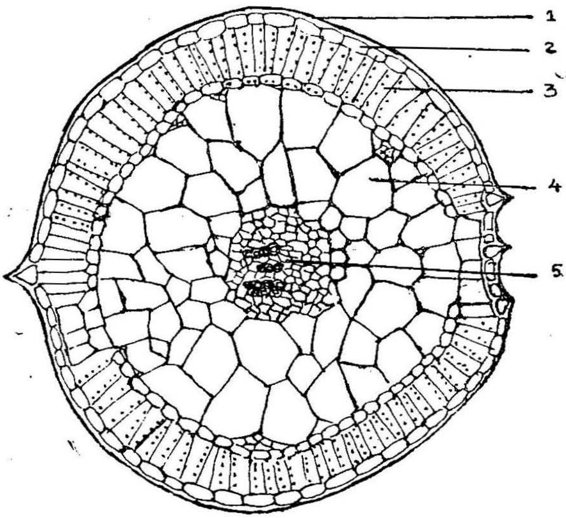
உப்புக்குறைவான ஊட்டக்கரைசல் உள்ள சாதாரண நிலத்தில் வளரும் தாவரங்கள் மெல்லிய இலைகளுடன் காணப்படு கின்றன. (உ-ம்) கேகைல் மாரிடிமா (Cakile maritima), சாலிகோர் னியா ஹெர்பேசியா (Salicornca herbacea), காக்லியேரியா அஃபிசினேலிஸ் (Cochlearia officinalis)

லோடஸ் கார்னிகுலேடஸ், பிளான்டாகோ மேஜர் (Plantago major) போன்ற உள்நாட்டில் வளரும் தாவரங்களை உப்பு அதிகம் கலந்த மண்ணில் வளர்த்தால், அவை தடித்த, சதைப் பற்றுள்ள இலைகளைப் பெறுகின்றன.

சால்சோலா காலி (Salsola kali), பேடிஸ் மாரிடிமா (Batis maritima) போன்ற அமெரிக்க நாட்டுத் தாவரங்களின் இலை களில் உள்ள புறத்தோல் இடைத்திசுச் (Mesophyle) செல்கள், பெரியவையாகவும், உருண்டையானதாகவும், பச்சயம் அற்றவை யாகவும் உள்ளதால், ஒளி ஊடுருவிச் செல்கிறது. இத் திசு நீர்த் திசு (Acqueous tissue) ஆகிறது. படம். 12.

(c) மியுசிலேஜ் செல்கள் (Mucilage cells) வறள்நிலத் தாவ ரங்களைப்போல் இத் தாவரங்களிலும் மியுசிலேஜ் செல்கள் காணப் படுகின்றன. (உ-ம்) சோன்னெரேஷியா (Sonneratia), ஸ்பைனி ஃபிக்ஸ் ஸ்குவாரசஸ் (Spinifix squarrosus), புறத்தோலையடுத்து நீர்த்திசுவும் காணப்படும்.

(d) **செல்சாறு** (Cellsap) : செல்சாற்றில் உப்புக்கள் அதிகம் கலந்துள்ளதால், அதன் செறிவு (Concentration) வெளியில் உள்ள மண்ணில் காணும் கரைபொருள்களைவிட அதிகமானது. செல்சாறு அதிகமாகவும் காணப்படும்.



படம். 12

சால்சோலா பெஸ்டிஃபெர் இலையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

1. குயூடிகள்
2. புறத்தோல்
3. பேலிஸேடு பேரென்கைமா
4. நீர் சேமிக்கும் திசு
5. சாற்றுக் குழாய்த் திசு

(e) பேலிசேடுதிசு (Palisade tissue) அதிகச் செறிவுள்ள (Intensity) சூரிய வெளிச்சம் எவ்விதம் பேலிசேடு செல்கள் அதிகரிக்க உதவுகின்றதோ, அதேவிதமான விளைவை உவர்மண், பேலிசேடுத் திசுக்களில் உண்டாக்குகிறது. கடற்கரையில் உள்ள தாவரங்களின் இலைகளில் பேலிசேடுதிசு அதிகமாக இருப்பதால், தடித்த இலைகளாகக் காணப்படுகின்றன.

(உ-ம்.) பேரிங்டோனியா (Barringtonia), சுயேடா (Suaeda), சாலிகோர்னியா போன்ற செடிகளில் தண்டு சதைப்பற்றுடையதாக இருந்து, இலைகள் மிகச் சிறியவையாய்க் காணப்படுகின்றன.

3. **மெழுகுப் பூச்சு** (Wax coating): எரின்ஜியம் மாரிடிமம் (Eryngium maritimum), எலிமஸ் அரினேரியஸ் (Elymus arenarius), மார்டென்சியா மாரிடிமா (Martensia maritima) போன்ற உவர்த் தாவரங்களில் மெழுகு பூசப்பட்டுள்ளது.

4. **உரோமப்பூச்சு** (Hairy coating) பெரும்பாலான உவர்த் தாவரங்களில் உரோமங்கள் கிடையாது. செனெஷியோ கான்டிகன்ஸ் (Senecio candicans), கோச்சியா ஹிர்சுடா (Kochia hirsuta) போன்ற தாவரங்களில் உரோமங்கள் உள்ளன. மணலில் வளரும் தாவரங்களில் நீர் சேகரிக்கும் உரோமங்களுடையன. தோல்போன்ற பளபளப்பான இலைகள் உவர்சதுப்பு மரங்களிலும் ரைஸோபோரா (Rhizophora), புருகைரா (Brugiera), புதர்ச் செடிகளிலும், நிபா புருடிகன்ஸ் (Nipa fruiticans) காணப்படுகின்றன.

5. **இலைத்துளைகள்** (Stomata): இவை புறத்தோலின் மட்டத்திலேயே அமைந்துள்ளன. வறள்நிலத் தாவரங்களில் உள்ளதைப்போலக் குழிகளில் அமைந்த இலைத்துளைகளும், தடித்த புறத்தோலும், குயூடிகளும் உவர்நிலத் தாவர இலைகளில் காணப்படுவதில்லை. எனவே இவற்றின் வாழ்விடம் இயற்சூழலால் வறண்டதல்ல; செயலியலால் வறட்சியுடையதே. இத் தாவரங்கள் ஆவிப்போக்கைக் குறைக்க மாற்று உபாயங்களைக் கையாளுகின்றன.

6. **சேமிக்கும் டிரெகீடுகள்** (Storage tracheids): இத் தாவரங்களின் நரம்பு முனைகளில் நீர் சேமிக்கப்படுகிறது. சாலிகோர்னியா போன்ற தாவரங்களில் பாரென்கைமா செல்களில் நீர் சேமிக்கப்படுகிறது.

7. **லிக்னின் படிவு** (Lignification) உவர் சதுப்புத் தாவரங்களைத் (Mangroves) தவிர மற்ற தாவரங்களில் செல் தடிப்பு மிகக் குறைவாகவே காணப்படுகிறது. வறள்நிலத் தாவரங்களில் லிக்னின் படிவு அதிகமாக உள்ளது எகினோஸ்போரா ஸ்பைனோஸா (Echinospora spinasa), அகேன்தஸ் இலிஸி..போலியஸ் (Acanthus ilicifolius) போன்ற தாவரங்களில் முட்கள் உள்ளன. பெரும்பான்மையான தாவரங்களில் முட்களே கிடையாது.

8. **இடியோபிளாஸ்ட்கள்** (Idioblasts): இவை கல் செல்களாகப் (Stone cells) பேலிசேடு செல்களிலும் நீர்த்திசுவிலும் காணப்படுகின்றன.

தாவரங்களின் புற உருவ அமைப்பு: (External form of the plant): உவர்நிலத் தாவரங்கள் உயரம் குறைவாகக் காணப்படும். (உ-ம்.) லெபிடியம் சாடைவம் (Lepidium sativum.)

9. இலைகள் (Leaves) : உவர்நிலத்தாவர இலைகள் வறள் நிலத் தாவர இலைகளைப்போல் இலை பரப்புக் குறைந்து காணப் படும். எனவே, இலைகள் சிறுத்துத் தடித்து நீண்டு உள்ளன. உ-ம். சுயேடா மாரிடிமா, டமாரிக்ஸ் (Tamarix) போன்ற தாவரங் களில் செதில் இலைகளே (Scale leaves) உள்ளன. ஹாலோக்னிமம் (Holocnemum) ஆர்த்ரோக்னிமம் (Arthrocnemum) ஹாலோ, ஸைலான் (Haloxylon) போன்ற தண்டுகள் சதைப்பற்றுடையன வாக உள்ள தாவரங்களில் இலைகளே இல்லை.

10 வறள்நிலத் தாவர இலைகளைப்போல, உவர்நிலத் தாவரங் களின் இலைகள் உச்சி வெயிலில் தங்கள் ஓரங்களை சூரிய வெளிச்சத்திற்கு நேராகக் காட்டிக்கொண்டிருக்கும் (Isolateral leaf) உ-ம், அட்ரிப்ளேக்ஸ் (Atriplex), சுயேடா மாரிடிமா.

11 தண்டு : இவற்றின் தண்டுகள் வேர்த் தொகுப்பி லிருந்து பல கிளைகளாகப் பிரிந்து, கிளைகள் நிலம் படர்ந்து எல் லாத் திசைகளிலும் பரந்து வளர்கின்றன. உ-ம். செசூவியம் போர்ச்சுலகாஸ்ட்ரம் (Sesuvium portulacastrum)

உவர்நிலத் தாவரங்களில் உள்ள மேற்கண்ட பண்புகள் வறள்நிலத் தாவரங்களிலும் காணப்படுகின்றதென்ற உண்மை யினை அறிஞர் ஷிம்பெர் கண்டுபிடித்தார். இத்தாவரங்களின் பண்புகள் எவ்வாறு ஏற்பட்டன என்பதற்கு இரு அறிஞர்களது கருத்துகள் கவனிக்கத்தக்கன.

1. ஷிம்பர் என்ற அறிஞரது கருத்து : உப்பு, தன் கெடுத லான விளைவை செல்சாற்றிலும் அதன் காரணமாக உணவு தயாரித்தலிலும் ஏற்படுத்துகிறது. சாதாரண உப்பைத் தாவரங் கள் அதிக அளவில் உறிஞ்சுவதால், அது நச்சுப் பொருளாக அமைகிறது. ஆவிப்போக்கின் விளைவாக நீருடன் கலந்த உப்பு இலைகளுக்குக் கொண்டுசெல்லப்பட்டு, இலைகளில் திடப்பொருளா கப் படிந்துவிடுகிறது. இதைத் தவிர்ப்பதற்காக இலைகளில் சில பாதுகாவல் வழிகள் ஏற்பட்டுள்ளன.

2. டில் (Diel) என்பவரது கருத்து . ஆவிப்போக்குக் குறை வாகவும், தொடர்ந்தும் தாவரங்களில் நடைபெற்றால், உப்புப் படிவு அதிகமாகிக் கெடுதல் விளையும். இதனால் தாவரங்கள் உப்புப் படிவதைக் கரைக்கவும், வெளியாக்கவும் பல வழிகளைக் கையாளுகின்றன. இத்தாவரங்களில் காணும் வறட்சி உருவப் பண்புகள் (Xeromorphic characters) திசுக்களுக்கும் வளிமண்ட லத்திற்கும் இடையே நிகழும் வாயுப் பரிமாற்றத்தைத் தடை செய்ய ஏற்பட்டது என அறியலாம். சதைப்பற்றுள்ள தாவரங் களில் காணும் மேலிக் அமிலம் (Mallic acid) போன்றவைகள் குளோரைடுபோன்ற உப்புக்களைக் கரைக்க உதவுகின்றன.

உவர்நிலத் தாவரங்களை அவை வாழும் வாழ்விடங்களைப் பொறுத்து ஐந்து வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

I. பாறையில் வளரும் உவர்நிலத் தாவரங்கள் (Lithophilons Halophytes).

II. மணலில் வளரும் உவர்நிலத் தாவரங்கள் (Psammophilons Halophytes).

III. மண் உவர்நிலத் தாவரங்கள் (Pelophilons Helophytes)

IV. உவர் சதுப்பும் உவர்ப் பாலையும் (Saltswamp and salt desert).

V. கழிமுகச் சதுப்புக் காடுகள் அல்லது உவர்சதுப்புக் காடுகள் (Littoral swamp-forests or Mangroves).

I. பாறைவாழ் உவர்நிலத் தாவரங்கள் கடலுக்கருகில் உள்ள பாறைகளில் வளரும் தாவரங்கள் இரு காரணங்களால் வறள் தன்மையை அடைகின்றன.

(a) வளரும் இடம் பாறை.

(b) கடலுக்கு அண்மையில் உள்ளன.

அலைகளின் உப்புக் கலந்த நீர்த் துளிகளினாலும், காற்று நுரைகளில் படியும் உப்புக்களினாலும், இங்குள்ள தாவரங்களில் உவர்நிலத் தாவரங்களும் கலந்து காணப்படும். (உ ம்.) வரிசையான லைக்கன்கள். அறிஞர் ஹிம்பெரது கருத்துப்படி இவ் வகைத் தாவரங்களில் லைக்கன், பாசி, மாஸ் போன்ற பாறைகளில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் ஒருவகைத் தாவரங்களும், பாறைகளின் இடுக்குகளில் உள்ள மற்றொரு வகைத் தாவரங்களும் உள்ளன. இவைகளைத் தவிரச் சில பாறைகளில் பீடா மாரிடிமா, கிரித்மம் மாரிடிமம் (crithmum maritimum), மிசெம்பிரான்திமம் போன்ற சதைப்பற்றுள்ள தாவரங்களும் காணப்படுகின்றன.

II. மணலில் வளரும் உவர்நிலத் தாவரங்கள் : மணலின் தன்மையைப் பொறுத்தும், ஈரத்தைப் பொறுத்தும் இது பல வகைப்படும்.

(a) **மணல் பாசிகள் :** இளப்பமான மணலில் காணப்படுவது (உ.ம்) காரா.

(b) **இரும்புக் கந்தகப் பாக்டீரியா** (Iron, Sulphur bacteria) : இவை கடற்கரையில் சிறிது ஆழத்தில் காணப்படும் காற்றிலிச் சுவாசக் கந்தக பாக்டீரியாக்கள் (Anaevobic bacteria) வாழும். (உ.ம்.) மைக்ரோஸ்போரா டிசல்ஃபியூரிகன்ஸ் (Microspora desulfuricans).

உவர் விரும்பும் விதைச்செடிகள் : (Halophilons spermatophytic herbs) கடல்நீர் ஏதாவது ஒரு சமயத்தில் படியும் இடத்தில் மணல் வெண்மையாக, இளக்கமானதாகக் (loose) காணப்படும். இங்குச் செடிகள் எண்ணிக்கையில் குறைந்து காணப்படும். (உ-ம்) கேகைல் மாரிடிமா (cakile maritima), அட்ரிப்ளெக்ஸ் இனம். இவற்றைத் தவிர, பல்லாண்டு வாழ், படர் மட்ட நிலத் தண்டுகளுடைய டிரைடிகம் ஜன்ஸியம் (Triticum junceum), ஹான்கென்யா பெப்லாய்டிஸ் (Honckenya peploides) போன்ற தாவரங்கள் காணப்படும். மார்டென்சியா மாரிடிமா, கிராம்பெ மாரிடிமா (crambe maritima) போன்ற தாவரங்கள் கடல்மட்டத் திற்குமேல் சிறிது உயர்ந்த கற்களுள்ள நிலத்தில் வளருகின்றன.

நிலம் உவர்நீரால் வடிக்கப்பட்டு வறண்டுவிடும்; நீரும் மண்ணும் உவர்ப்பாயுள்ளன. எனவே, உவர்நிலத் தாவரங் களுக்குரிய வறள் உருவத் தன்மைகள் காணப்படுகின்றன. பெரும்பாலான தாவரங்களில் சாறுள்ள இலைகளும், மெழுகு பூசிய புறத்தோலும், சதைப்பற்றுடைய தன்மையும் (சாலி கோர்னியா ஹெர்பேஸியம்) காணப்படும். கடலுக்கு மிக அருகில் கன்வால்வுலஸ் சோல்டனெல்லா (cannolvulus soldanella) போன்ற ஓராண்டுத் தாவரங்களும், நிலத்தை நோக்கி யுபோர்பியா பாராலியாஸ் (Euphorbia paralias) போன்ற பல்லாண்டுத் தாவரங்களும் காணப்படுகின்றன.

வெப்பமண்டல மணற்கடற்கரை (Tropical sandy seashore) : இங்குப் பல தாவரச் சேர்க்கைகள் உள்ளன.

1. **பெஸ் - காப்ரி - சேர்க்கை** (Pescaeprae Assoeiation) : மண்ணில் வேரூன்றி, நீண்ட கரும் பச்சைத்தண்டுத் தொகுப் புடன் மண்ணில் பரந்து வலைபோல் அமைந்திருக்கும்; இலைகள் அகன்றவை. (உ-ம்.) கோரக்ஸ் அரினேரியா (corex arenaria)

2. **கேனவாலியாச் சேர்க்கை** (Canavelia Association) : இது புறத் தோற்றத்தில் பெஸ் காப்ரிச் சேர்க்கையைப் போன்றது. இங்கு ஸ்பைனிஃபிக்ஸ் ஸ்குவாரோஸஸ், யுபோர்பியா தைமி ஃபோலியா (Euphorbia thymifolia), யு. பைலூலிஃபெரா (Eu. pilulifera), சைடா இனம் (Sida species) இண்டிகோஃபெரா யூனிபா ஃபில்லம் (Indigofera euneaphyllum) போன்றதாவரங்கள் வளரும்.

(d) **கூழாங்கல் கரை** (Shingle banks): இங்கு கடற்கரைப் பாறைவாழ் தாவரங்கள் காணப்படுகின்றன. இங்கு சுயேடா, ஸ்பெர்மோகோஸி (Spermococe) ஆல்டெர்னன்தெரா (Alternanthera), செஸ்ஸுவியம் (Sessuvium) சயனடன் (cyanodon), ஃபிம்பிரிஸ்டைலிஸ் (Fibristylis) போன்ற தாவரங்கள் வாழ் கின்றன.

உவர் நிலக் காடுகளும், மணலில் உள்ள புதர்ச் செடிகளும் (Halophilous forests and Bushland on sand).

கடற்கரையை அடுத்த மணற்பாங்கான இடங்களில் புதர்களும் காடுகளும் உள்ளன. இங்குள்ளது மணல் தாவரமா, அல்லது உவர்நிலத் தாவரமா என்பது ஐயம். நிலத்தை நோக்கியுள்ள தாவரங்கள் மணற்பாங்கானவை; கடற்கரையோரம் உள்ள காடுகள் நிலத்தில் காணும் உவர்நீர் வரை வளர்ந்திருக்கும். எனவே, இவை உவர்நிலத் தாவரங்களாகும்.

பேரிங்டோனியாச் சேர்க்கை (Barringtonia Association): இங்கு அகலமான இலைகளும் பெரிய பூக்களும் உள்ள பேரிங்டோனியா ரெஸிமோசா (B. racemosa), ஹைபிஸ்கஸ் டிலியேஷியஸ் (Hibiscus tiliaceous), சவுக்கு (Casuarina), பூவரசு (Thespesia opulnea), காட்டுப் பாதாம் (Terminalia catappa), ஹெரிடீரியா லிட்டோராலிஸ் (Heretiera littoralis), தென்னை (Cocos nucifera), தாழை (Pandanus odorotisimus) போன்ற தாவரங்கள் உள்ளன.

III. மண் உவர்நிலத் தாவரங்கள்: இதில் நான்கு வகைகள் உள்ளன.

1. கழி முகத்துவாரம் (Aestuaria).
2. உவர்ப் புல்வெளி (Salt meadow).
3. உவர்ப்புதர் நிலம் (Salt Bushland).
4. உவர்த் தெப்பவெளி (Salt steppe).

1. கழிமுகத்துவாரம்: இங்கு நல்ல தோட்ட மண் (loamy soil) போன்ற மண் உள்ளது. இதில் அதிகமான களிமண் கலந்திருக்கும். நீர் அதிகம் இருந்தால் ஜாஸ்டெரா (Zostera), ஜாஸ்டெரேடம் (Zosteratum) போன்ற செடிகள் வாழும். நீர் ஆழமின்றி இருந்தால், சாலிகோர்னியா ஹெர்பேஸியா போன்ற செடிகள் காணப்படும்.

2. உவர்ப் புல்வெளி: நிலம் வறண்டிருக்கும். இதில் சாலிகோர்னியா ஹெர்பேஸியா, அட்ரிப்ளெக்ஸ்கிளாக்ஸ் மாரிடிமா (Glaux maritima), ஸ்பெர்குலேரியா மெரைனு (Spegularia marina) போன்ற தாவரங்கள் வளருகின்றன. மேற்கண்ட தாவரங்கள் நிறைந்த அளவில் வளர்ந்து மண்படிவதால் நிலம் உயர்த்தப்படுகிறது. அதனால் நிலம் கழிமுகப் புல்வெளி (Littoral meadow) ஆகிறது. இங்கு ஜன்கஸ் ஜெரார்டி (Juncus gerardi), டிரைஃபோலியம் ஃபிராஜிஃபெரம் (Trifolium fragiferum) போன்ற செடிகளும், ஹார்டியம் சிகேலினம் (Hordeum secalinum)

ஃபெஸ்குகா ரூப்ரா (Fescuca rubra) போன்ற புற்களும் காணப்படுகின்றன.

3. உவர்ப் புதர்நிலம்: மண்ணும் களிமண்ணும் உடைய நிலத்தில் அடர்ந்த கருநீல நிறமான தாவரக்கூட்டம் காணப்படுகிறது. இங்கு 5 அடி உயரமுள்ள புதர்ச் செடிகளான சாலிகோர்னியா ஃபுருடிகோஸா (Salicornia fiuiticosa), அட்ரிப்ளிக்ஸ் போர்ச்சுலகாய்டிஸ் (Atriplex portulacoides) ஸ்டேடிஸ் லிமோனியம் (Statis limonium) போன்ற தாவரங்கள் வளருகின்றன.

4. உவர்த் தெப்பவெளி: இங்கு களிமண் காணப்படும். உவர் ஏரிகளின் கரைகளில் இத்தகைய தாவரங்கள் உள்ளன. அனபெசிஸ் (Anabesis), ஹாலோஸைலான் ஸ்பைரோ ஸ்டேகிஸ் (spiro stachys), பிரேகிலெபிஸ் (Brachylepis) போன்ற தரவரங்கள் இங்கு வளருகின்றன.

IV. உவர் சதுப்பும், உவர்ப் பாலையும்: தமிழகத்தில் எண்ணூரிலும், தூத்துக்குடியிலும் இத்தகைய தாவரத் தொகுதிகள் காணப்படுகின்றன. கடற்கரையோரங்களில், மண் அடிப்பகுதியான அசைவற்ற நீருடைய இடங்களில் உப்பைச் சகித்துக் கொண்டு பால்லாண்டு வாழ் செடிகள் வளருகின்றன. உ-ம். பிராக்மைடிஸ் கம்யூனிஸ் (Pragmites communis), ஸிர்பஸ் மாரிடிமஸ் (Scirpus maritimus), சுயேடா, சாலிகோர்னியா.

எ. உவர் சதுப்புத் தாவரங்கள் அல்லது கழிமுகச் சதுப்புக் காடுகள்

(Mangroves or Littoral swamp forests)

எல்லாவிதமான உவர்நிலத் தாவரங்களுக்குள்ளேயும் உவர் சதுப்புத் தாவரங்களே உலகின் பல பாகங்களிலும் பரந்து வியாபித்துள்ள, மிகவும் குறிப்பிடத்தக்க தாவரக் கூட்டமாகும். இத்தகைய தாவரங்கள் வெப்ப மண்டலக் கடல்களில், தட்டையான மண் நிறைந்த கடல்களிலும், நீர் அமைதியாகக் காணப்படும், கடல் உப்பங்கழி, கழிமுகத்துவாரம் முதலிய இடங்களிலும் காணப்படும். கடற்கரைக்கு அப்பால் உள்ள நிலப்பகுதியில் ஆற்றங்கரையோரங்களிலும் இத்தாவரங்கள் காணப்படும். கடல் அலைகள் எட்டும்வரை இவ்வாறுகளின் நீர் சிறிது உவர்ப்பாக இருக்கும். இத்தகைய தாவரங்கள் பாறைகளின் மீதோ, அல்லது ஓடும் நீரிலோ வாழ்வதில்லை. கடலோடு ஆற்றுநீர் கலக்கும் இடங்களிலும், கடல்நீர் நிலத்தினுள் புகுந்துள்ள இடங்

களிலும் இவ்வகைத் தாவரங்களைக் காணலாம். கடலிலிருந்து காணும்போது அடர்ந்த கரும்பச்சை வடிவமான மரங்களும் புதர்ச்செடிகளும் வளர்ந்த வெளிவேர்களையுடைய காடுகளாகக் காணப்படும். வேர்களைச் சுற்றிலும் பாசிகள் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும். மண் மிருதுவானது ; ஆழமானது. இங்கு காணும் அங்ககப்பொருள்கள் பாக்டீரியாவின் செயல்களினால் மட்கிக் கருப்பு நிறமாக இருக்கும். மரங்களின் அடிமரங்கள் பருத்து இலைகளின்றிக் காணப்படும். மண்ணில் நண்டுகளின் வளைகள் இருக்கின்றன. இதனால் மண்ணில் காற்றோட்டம் அதிகமாக வாய்ப்பு உள்ளது.

பழந்தமிழ் இலக்கியங்களில் இத்தகைய உவர்சதுப்புக் காடுகள் கண்டல் என்ற பெயரால் சிறப்பித்துச் சொல்லப்படுகிறது. தமிழ்நாட்டில் இத்தகைய உவர்சதுப்புக் காடுகள் ராமேஸ்வரத் தீவிற்கு அருகில் உள்ள குருஸேடித் தீவுகளிலும் (Kurusadai Islands). சிதம்பரத்திற்கு அருகில் உள்ள பிச்சாவரம் என்னும் இடத்திலும், சிறப்பாகக் காணப்படுகின்றன. பிச்சாவரம், கிள்ளை என்ற ஊர்களுக்கு அருகில் உள்ள உவர் சதுப்புக்காடுகள் அண்ணாமலைப் பல்கலைக் கழக மாணவர்கள் பயிலுவதற்கேற்ற அருமருந்தாக உள்ளன.

பொதுவாக உலகெங்கிலும் உள்ள உவர் சதுப்புக் காடுகளினால் காணப்படும் தாவரங்கள் :

மீலியேசீக் A. குடும்பம் (Family : Meliaceae)

1. காரபா மொல்லுகன்ஸிஸ் (Carapamoluccansis).
2. காராபா அப்ஓவேடா (Carapa obovata).

B. **ரைஸாபோரேசீக் குடும்பம்** (Family Rhizophoraceas)

3. புருகைரா கேரியோபில்லாய்டிஸ் (Bruguiera carryophylloides)
4. புருகைரா எரியோபெடலா (Bruguiera eriopetala)
5. புருகைரா ஜிம்னோரைஸா (Bruguiera gymnorrhiza)
6. புருகைரா பார்விஃபுளோரா (Bruguieraparviflosa)
7. ஸீரியாப்ஸ் காண்டோலினா (Ceriopscandoliena)
8. ஸீரியாப்ஸ் ராக்ஸ்பர்ஜியானா (Ceriops roxburgiana)
9. கேண்டெலியா ரீடிஇ (Kandelia rhcedii)
10. ரைஸோபோரா கான்ஜுகேடா (Rhlzophora conjugata)

11. ரைஸோபோரா மியூக்ரோனேடா (Rhizophora mucronata)

12. ரைஸோபோரா மேங்க்ள் (Rhizophora mangle)

C. காம்ப்ரெடேசீக் குடும்பம் Family Combretaceae)

13. லும்னிட்ஸெரா காக்ஸினியா (Lumnitzera coccinea)

14. லும்னிட்ஸெரா ரேஸிமோஸா (Lumnitzera racemosa)

D. லைத்ரேசீக் குடும்பம் (Family L thraceae)

15. ஸோன்னெரேஷியா அஸிடா (Sonneratia acida)

16, ஸோன்னெரேஷியா ஆல்பா (Sonneratia alba)

17. ஸோன்னெரேஷியா அபெடலா (Sonneratia apetala)

E. ரூபியேசீக் குடும்பம் (Family Rubiaceae)

18. ஸைபிபோரா ஹைட்ரோபில்லேஸியா (Scyphlphora hydrophyllacea)

G. மிர்ஸினீக் குடும்பம் (Family Myrsineae)

19. ஈஜிஸிராஸ் மேஜஸ் (Aegiceras majus)

F. அகேன்தேசீக் குடும்பம் (FamilyAcanthaceae)

20. அகேன்தஸ் இலிஸிஃபோலியஸ் (Acanthus ilicifolius)

H. வெர்பினேசீக் குடும்பம் (Family Verbenaceae)

21. அவிசென்னியா அஃபிஷினலிஸ் (Avicennia officianal.)

22. அவிசென்னியா நிடிடா (Avicennia nitida)

23. அவிசென்னியா டொமென்டோஸா (Avicennia tomentosa

I. பாமேக் குடும்பம் (Family Palmae)

24. நிபாஃபுரூடிகன்ஸ் (Nipa fruiticans)

பிச்சாவரம் உவர்சதுப்புக் காடுகளில் காணப்படும் தாவரங்கள்:

1. ரைஸோபோரா மியூக்ரோனேடா
2. புரூகைரா ஜேலியோ பில்லாய்டிஸ்
3. அவிசென்னியா அஃபிஷினேலிஸ்
4. ஸோன்னிரேஷியா அபெடலா
5. லும்னிட்ஸெரா ரேஸிமோஸா
6. ஈஜிஸிராஸ் மேஜஸ்

7. அகேன்தஸ் இலிஸிஃபோலியஸ்

8. எக்ஸோகேரியா அகலோச்சா யுபோர்பியேசீக் குடும்பம் (Excoecaria agallocha—Euphorbiaceae family)

9. டெர்ரிஸ் ஸ்கேண்டன்ஸ் பேபிலயேனேசீக் குடும்பம் (Derris scandens—Papilionaceae family)

10. டெர்ரிஸ் அலிஜினோஸா (Derris Uliginosa)

11. ஸெஸுவியம் போர்ச்சுலகாஸ்ட்ரம் ஐஸாயேசீக் குடும்பம் (Sesuvium portulacastrum—Aizoaceae family)

12. சுயேடா மாரிடிமா கீனோபோடியேசீக் குடும்பம் (Chenopodiaceae family)

இவற்றில் எக்ஸோகேரியா அகலோச்சா, டெர்ரிஸ் ஸ்கேண்டன்ஸ், டெர்ரிஸ் அலஜினோஸா சுயேடா மாரிடிமா, ஸெசூவியம் போர்ச்சுலகாஸ்ட்ரம் முதலியவை உவர் நிலத் தாவரங்கள்.

பெரும்பாலான உவர் சதுப்புநிலத் தாவரங்கள் உயர்ந்து வளர்ந்த மரங்கள். அகேன்தஸ் இலிஸிபோலியஸ் என்னும் ஒரே ஒரு தாவரம்தான் செடி இனத்தைச் சேர்ந்தது. இச் செடியின்மீது எவ்வகையான தொற்றுத் தாவரங்களும் வளர்வதில்லை.

தக அமைவுகள்

1. ஊன்றுதல் (Fixation): மண்ணின் மிருதுத் தன்மையையும் நீரின் ஆழத்தையும், உவர்த் தன்மையையும் பொறுத்துத் தாவரங்கள் பல வரிசைகளில் அமைந்துள்ளன. நீரோரத்தில் பருத்த அடிமரங்களையும், முட்டு வேர்களையும் (Stilt Roots) பெற்ற ரைஸோபோராவும், ஸோன்னிரேஷியா அபெடலாவும் காணப்படும். அதற்குக்கீழே அகேன்தஸ் இலிஸிஃபோலியஸ் செடி காணப்படும். இதற்கடுத்த வரிசையில் அவிசென்னியா, எக்ஸோகேரியா, புருகைரா, லும்னிட்ஸெரா போன்றவை காணப்படும்.

ரைஸோபோரா இனத்தைச்சேர்ந்த மரங்கள் நீரிலேயே அமைந்துள்ளதால், அவைகளை நிலத்தில் நன்றாக ஊன்றச்செய்வதற்குச் சிறப்பான பல முட்டு வேர்கள் (Stilt roots) உள்ளன. இவை அடிமரத்திலிருந்து நாற்புறங்களிலும் தோன்றி, வளைந்து மரங்கள் கெட்டியாக ஊன்றுவதற்கு வழி செய்கின்றன. இவ் வாழ்விடத்தில் காற்று முற்பகலில் நீர்நோக்கியும், பிற்பகலில் நிலம் நோக்கியும் வீசும். நிலம் நோக்கி வீசும் காற்றினால் சேதமடையாமல் இவ் வேர்கள் மரங்களைக் காக்கின்றன. இவ் வேர்களின்

வேலைக்குத் தக்கவாறு இவற்றின் உள்ளமைப்புக் காணப்படு கிறது. வேர்களின் மையத்தில் உள்ள பித் (Pith)ஐச் சுற்றிலும் குழாய்போன்ற தடித்த செல்சுவருடைய உறுதிதரும் திசுக்கள் அமைந்துள்ளன. ஸீரியாப்ஸ், அகேன்தஸ் இலிஸி·.·.போலியஸ் போன்ற தாவரங்களிலும் இவ்வித முட்டு வேர்கள் உள்ளன.

இயல்பாக உள்ள உறிஞ்சு வேர்களுக்கு நீர் வாழ்விடத்தின் மேற்பரப்பிலேயே கிடைப்பதால் அவை ஆழமாக வளர்வதில்லை. இவை பரந்து வளர்ந்து தாவரங்களை நன்ருக ஊன்றிக்கொள்ளுவ தற்குப் பயன்படுகின்றன.

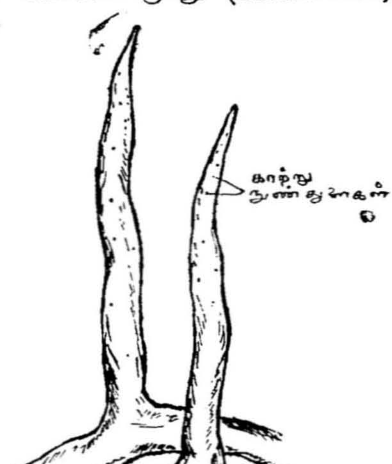
2. சுவாசிக்கும் வேர்கள் (Respiratory roots): இத் தாவரங் களின் ஒருபகுதி நீருக்குள் அமிழ்ந்திருப்பதால் அப்பகுதியில் உள்ள பாகங்களுக்குப் போதிய அளவு சுவாசிக்கப் பிராணவாயு கிடைக்காமல் சிரமப்பட நேரிடுகிறது. இச் சிரமத்தைத் தவிர்க்க இத்தாவரங்களில் சிறப்பான சுவாசிக்கும் வேர்கள் அமைந் துள்ளன.

(a) அவிசென்னியா அ.·.பிஷிஞலிஸ் மரத்தில் கிடைமட்ட மாக (horizantal) வளரும் கிளை வேர்களிலிருந்து (Lateral roots)



படம். 13.

அவிஸென்னியா அபிஷியஞலிஸ் சுவாசிக்கும் வேர்கள்



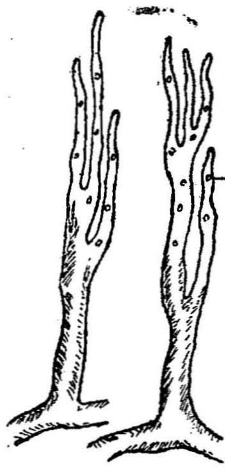
படம். 14.

அவிஸென்னியா அபிஷிய ஞலிஸ் சுவாசிக்கும் வேர்கள்

கிளைகளற்ற நேராக வளரும் வேர்கள் நீருக்குமேல் புவியீர்ப்பிற்கு எதிர்ப்புறமாக வளருகின்றன. இவை ஒரு மீட்டர்வரை உயரமாக

வளரும். இவற்றிற்குச் சுவாசிக்கும் வேர்கள் என்று பெயர் இவற்றில் பல சிறு துளைகள் உள்ளன. இவைகளுக்குச் சுவாசிக்கும் நுண் துளைகள் (breathing pores) என்று பெயர். இவைகளின் மூலமாக வாயுப் பரிமாற்றம் (gaseous exchange) ஏற்பட்டு. சுவாசித்தல் தடையின்றி நடைபெறுகிறது.

(b) ஸோன்னிரேஷியா அபெடலாவில் இதேவிதமான சுவாசிக்கும் வேர்கள் உள்ளன. ஆனால், இவற்றின் நுனிகள் கிளைகளாகப் பிரிந்துள்ளன.



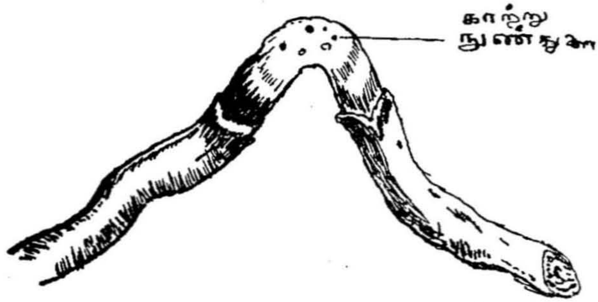
படம். 15.

ஸோன்னிரேஷியா அபெடலா சுவாசிக்கும் வேர்கள்

c) புரூகைரா கேரியோ பில்லாய்டிஸில் சில கிடைமட்டமாக வளரும் வேர்கள் தரைக்குமேலே 'முழங்கால்' போல் வளைந்திருந்து, அப் பகுதியில் பட்டைத் துளைகள் (Lenticels) அமைந்துள்ளன. இவற்றின்மூலம் வாயுப் பரிமாற்றம் நிகழ்ந்து சுவாசித்தல் நடைபெறுகிறது.

சுவாசிக்கும் வேர்களில் உள்ள நுண் துளைகளுடன் புறணியில் (Cortex) காற்றறைகள் அதிகமாகவுள்ள செல்களுடன் (aerenchyma) தொடர்புற்றிருப்பதால் பிராணவாயு கலந்த வெளிக்காற்று இவ்வித வேர்களின் வழியாக உள்ளே செல்லவும், வேர்களில் இருந்து கரியமிலவாயு வெளியேற்றவும் வசதியாக உள்ளன.

(d) ரைஸோபோரா மியூக்ரொனேடாவிலும், அகேன்தஸ் இலிஸி.•.போலியாவிலும் முட்டு வேர்களே ஊன்றுதலுக்கும்,



படம். 16

புரூகைரா கேலியோ பில்லாயிடிஸின் முழங்கால் வேர்கள்

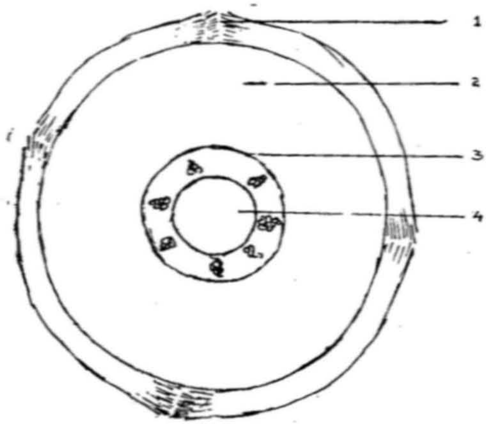
சுவாசித்தலுக்கும் பயன்படுகின்றன. இவ் வேர்களில் காணப்படும் சிறு துளைகள் மற்ற தாவரங்களின் சுவாசிக்கும் வேர்களில் உள்ள நுண்துளைகளைப்போல் வாயுப் பரிமாற்றம் செய்ய உதவுகின்றன.

3. செயலியல் வறட்சி: இத் தாவரங்களைச் சுற்றிலும் நீர் மிகுதியாகக் காணப்பட்டாலும், அந்நீரில் உப்புக் கரைபொருள்கள் அதிக அளவில் கலந்திருப்பதால், இத் தாவரங்கள் நீரிலேயே வளர்ந்தாலும் அந்நீரைப்பயன்படுத்த இயலாத நிலையில் உள்ளன. நீர் இருந்தும் உறிஞ்சமுடியாத இந் நிலைக்குச் செயலியல்வறட்சி என்று பெயர் (ஷிம்பெர்: Shimper). இதனால் பொதுவான தாவரங்களுக்கு அமைந்திருக்கவேண்டிய **ஆவிப்போக்கு** உறிஞ்சுதல் சமநிலையைப் பாதுகாக்கச் சிரமப்படுகின்றன. இத் தாவரங்களின் செல்சாற்றின் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் (Osmotic pressure) சுற்றிலுமுள்ள நீரைவிட அதிகமாக இருப்பதால், இவை நீரை உறிஞ்சிக்கொள்கின்றன. முக்கியமான தாவரங்களின் செல்சாற்றின் சவ்வூடுபரவல் அழுத்தம் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

ரைஸோபோரா மியூக்ரொனேடா	32·13 atmp
அவிசென்னியா அக்பிஷிடனலிஸ்	41·93 atmp
ஸோன்னிரேஷியா அபெடலா	45·465 atmp
புரூகைரா ஜிம்னோரைஸா	32·234 atmp
அகேன்தஸ் இலிஸி.•.போலியஸ்	33·258 atmp

4. ஆவிப்போக்கு : ஒருநாளில் ஆவிப்போக்குக் காலையிலிருந்து மிதமாகவும் மெதுவாகவும் (sluggish) நடைபெற்று,

மாலையில் நிலம் நோக்கிய காற்று வீசும்போது, ஆவிப்போக்கு அதிகமாகிறது. இலைகளடர்ந்த மரங்கள் காற்றீரப் பசையை



படம் 17A

அவிஸென்னியா சுவாசிக்கும் வேரின் குறுக்குவெட்டுத்தோற்றம்

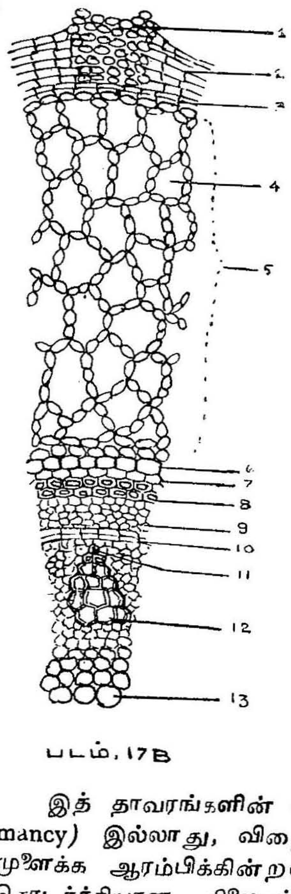
1. காற்று நுண்துளை
2. புர்ரணி
3. எண்டோ டெர்மிஸ்
4. பித்

அதிகரிப்பதாலும், நிழல் அதிகமாக இருப்பதாலும் ஆவிப்போக்கு மெதுவாக நடைபெறுகிறது.

5. **உப்புச் சுரக்கும் சுரப்பிகள்** (Salt secreting glands): 'செல் சாற்றில் குவியும் உப்பையும் நீரையும் வெளியேற்றப் பிரத்தி யேகமான உப்புச் சுரக்கும் சுரப்பிகள் இலைகளின் புறத்தோலில் காணப்படுகின்றன. ஸோன்னிரேஷியா அபெடலா, ஈஜிஸெராஸ் மேஜஸ் போன்ற தாவரங்களின் இருபுறத் தோல்களிலும் அநேக மாகச் சம எண்ணிக்கையில் உப்புச் சுரப்பிகள் அமைந்துள்ளன. அவிசென்னியா அஃபிஷியனலிஸிலும் அகேன்தஸ் இலிஸி ஃபோலியஸிலும் மேல் புறத்தோலில் உள்ளதைவிடக் கீழ்ப்புறத் தோலில் உப்புச்சுரப்பிகள் அதிகம் காணப்படுகின்றன. உப்புச் சுரப்பியில் ஒரு பெரிய காம்பு செல்லும் (Stalk cell) பல முடி செல் களும் (Head cells) உள்ளன.

6. **விவிபேரி வகை முளைத்தல்**(Viviparous type of germination) இத்தாவரங்களின் வாழ்விடங்களில் முளைத்தலுக்கு அவசியமான பிராணவாயு சரியாகக் கிடைக்காததனால் தாவரங்களிலிருந்து

விதை உண்டாகிக் கீழே விழுந்தால், விதை உவர் நீரில் விழுந்து முளைக்காமற் போய்விடும். இத்தாவர இனங்களை அழியாமற் காப்பாற்ற இயற்கையிலேயே அமைந்த தகஅமைவு விவிபேரி முறை முளைத்தல் ஆகும்.



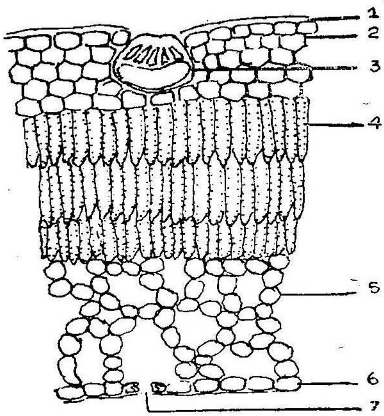
1. காற்று நுண் துளை
2. கார்க்
3. பெல்லோஜென்
4. காற்று இடைவெளி
5. புரணி
6. எண்டோடெர்மிஸ்
7. பெரிஸைக்ஸ்
8. ஸ்கிளெரென்கைமா
9. புளோயம்
10. கேம்பியம்
11. புரோடோஸைலம்
12. மெடாஸைலம்
13. பித்

படம். 17B

இத் தாவரங்களின் விதைகள் வளர்வடங்கிய நிலை (Dormancy) இல்லாது, விதைகள் கனியினுள் இருக்கும்போதே முளைக்க ஆரம்பிக்கின்றன. இம் முறையில் கீழ்க்கண்ட பல தொடர்ச்சியான நிலைகள் பல தாவரங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

(a) ஈஜிஸஎராஸ் மேஜிஸில் கரு (Embryo) விதையைவிட்டு வெளியே வருகிறது. ஆனால், கனியைவிட்டு வெளியே வளராமல் கனிக்குள்ளேயே இருக்கிறது. இதன் வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு (hypocotyl) பசுமை நிறத்துடன் பெரிதாகவிருக்கும், இதன் நாற்று (Seedling) நுனி வளைந்து $2\frac{1}{2}$ அங்குல நீளமாக இருக்கும்.

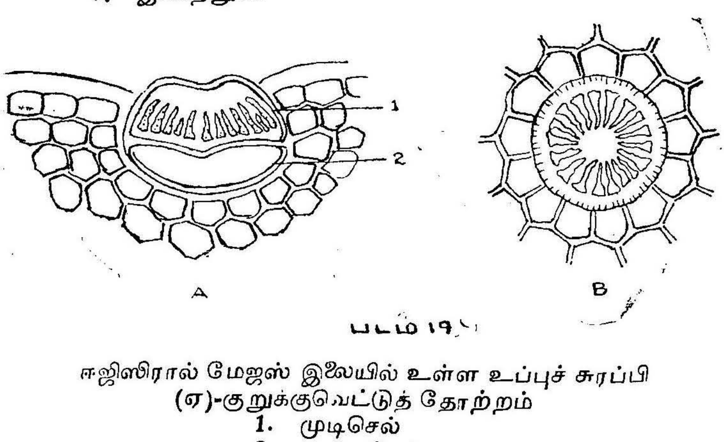
(b) அவிசென்னியா அஃபிஷியனுலிஸிஸ் முளைசூழ்தசை (endospern)யும் பின்னர் கருவும் விதையைவிட்டு வெளியே



படம். 18.

ஈஜிஸெராஸ் மேஜ்ஸ் இலையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

1. குயூடிக்ஸ்
2. பல்வரிசை புற மேல்தோல்
3. உப்புச் சுரப்பி
4. பல்வரிசை பேலிஸேடு பேரென்கைமா
5. ஸ்பான்ஜி பேரென்கைமா
6. கீழ்ப்புறத் தோல்
7. இலைத்துளை



படம் 19

ஈஜிஸிரால் மேஜஸ் இலையில் உள்ள உப்புச் சுரப்பி

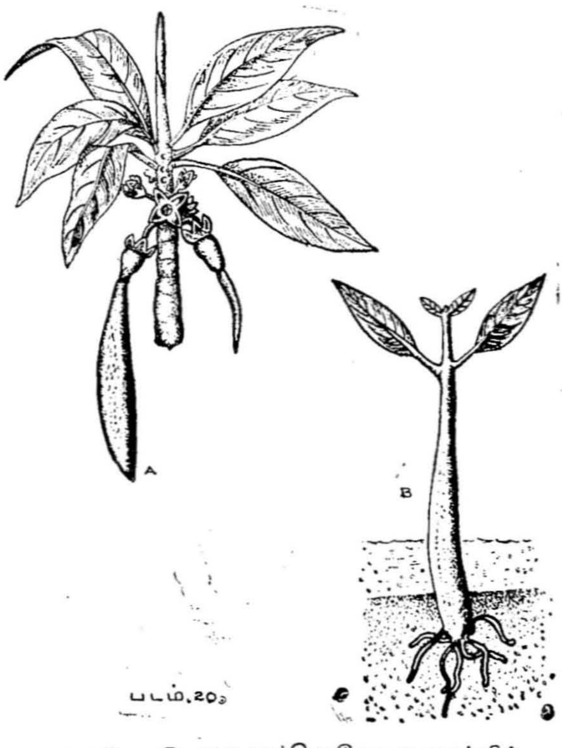
(ஏ)-குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

1. முடிசெல்
2. காம்புசெல்

(பி)-பரப்புத் தோற்றம்

வருகிறது; ஆனால் இவை சூல்பை அறையிலேயே (locub of the overy) தங்கிவிடுகின்றன. பசுமையான கருவிற்கு நீண்ட பன்முறை கிளைத்த இழைபோன்ற (hypha like) உறிஞ்சு உறுப்பின் (Hanstorium) மூலம் உணவு செல்லுகிறது.

(c) ரைஸோபோரா மியுக்ரொனெடாவிலும் புரூகைரா கேரியோபில்லாய்டிஸிலும் கரு விதையைவிட்டு வெளிவருவ



ரைஸோபோரா முக்ரொனேடா மரத்தில்
A. விவிபேரி B. விவிபேரி நாற்று முளைத்தல்

தோடு கனியை விட்டும் நீண்டதொரு அமைப்பாக வெளிவருகின்றது. இது வித்திலைக் கீழ்தண்டுப் பகுதியும், வேர்ப்பகுதியும் சேர்ந்த நாற்றுப்பகுதி ஆகும். புரூகைராவில் இப்பகுதி 6 முதல் 7 அங்குல நீளமுள்ளது. ரைஸோபோராவில் 18 அங்குலம்வரை நீளமுள்ளது. தாய்த் தாவரங்களில் உள்ள உணவை வித்திலைகள் (Cotyledons) உறிஞ்சு உறுப்புக்களாகி நாற்றுக்களுக்குக் கொடுக்கின்றன. ரைஸோபோராவில் ஒரே ஒரு வித்திலைதான்

உள்ளது; இறுதியில் வளர்ந்த நாற்று வித்திலை அல்லது வித்திலைகளிலிருந்து பிரிந்துவிடுகின்றன, இவை கனியினுள்ளிருந்து வாடிவிடுகின்றன. தாவரங்களிலிருந்து நாற்று நீரில் பாய்ந்து மண்ணில் பதிந்து முளைக்கும். நீரின் ஆழம் அதிகமாக இருந்து நாற்று மண்ணில் பதிய இயலாமற்போனால், நீரில் மிதந்து, நீரலைகளால் அடித்துச் செல்லப்பட்டு ஆழம் குறைந்த இடத்திற் சென்று முளைக்கிறது

விதைகளும், நாற்றுக்களும் பரவுதல் : காற்றடைத்த இடங்கள் சூலுறையிலும் (integument) விதையுறையிலும் (Seed coat) காணப்படுவதால் விதைகளும், நாற்றுக்களும் நீரில் பலகாலம் உயிருடன் மிதந்து, தொலைதூரம் சென்று முளைக்கின்றன.

வறள்நிலத் தன்மைகள் : தாவரங்களில் அமைந்துள்ள செயலியல் வறட்சியினால் வறள்நிலத் தாவரங்களில் காணப்படும் பலதக அமைவுகளும், அமைப்புக்களும் உவர் சதுப்புத் தாவரங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

(a) பெரும்பாலான தாவரங்களின் இலைகள் அகன்று, தடித்துத் தோல் போன்றவைகளாக உள்ளன. இப்பண்பு வறள்நிலத் தாவரங்களில் காணப்படாதது; ஆனால், உவர்நிலத் தாவரங்களில் காணப்படுகிறது. தாவரங்களின் இலைகள் ஓராண்டிற்குமேல் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும்; சதைப்பற்றுடையவை:

(b) **புறத் தோல் :** தடித்தசெல்சுவர்களுடையது. அதிகமான குயூட்டின் படிவும், தடித் குயூடிக்ளுடனும் காணப்படும்.

(c) **இலைத்துளைகள் :** ஸோன்னிரேஷியாவில் இலைகள் இரு சமபக்கம் உடையவை (Isobilateral leaf). இலைகளின் இரு பக்கங்களும் நிறத்திலும், அமைப்பிலும் ஒரே மாதிரியாக இருந்து, இலைத்துளைகள் இலைகளின் இருபுறங்களிலும் சம எண்ணிக்கையில் அமைந்திருக்கும். ரைஸோ போரா புரூகைரா, அவிசென்னியா, அகேன்தஸ் இலிஸிஃபோலியஸ் ஆகிய தாவரங்களில் கீழ்ப்புறத் தோலில் இலைத்துளைகள் அதிகமாக உள்ளன. இவை புறத்தோல் மட்டத்திற்குக் கீழாக உள்ள குழிகளில் காணப்படும்.

(d) உப்புச் சுரக்கும் சுரப்பிகள் மேல், கீழ்ப்புறத்தோல்களில் காணப்படுகின்றன. இவற்றால் அதிகமான உப்பும் நீரும் வெளியாவதோடு, செல்களில் உப்புக்குவிந்து அதனால் விளைவிக்கும் கெடுதியினையும் தருகின்றன.

(e) மீஸோபில் (Mesophyll) இலைகளின் புறத்தோல் இடையில் உள்ள மீஸோபில் செல்கள் செல் இடைவெளிப் பகுதியின்றி நெருக்கமாக அமைந்துள்ளன.

பேலிசேடு பேரென்கைமா அதிகமான பச்சயத்துடனிருந்து அதிக அளவில் உணவு தயாரிக்க உதவுகின்றன. பேலிசேடு திசு பல அடுக்குகளில் அமைந்துள்ளன. உ.ம். ரைஸோபோரா, அவிசென்னியா. பொதுவாகப் பேலிசேடுத் திசு மேல்புறத் தோலின் கீழே காணப்படும். ஆனால் செவ்வரளிபோன்ற சில வறள் நிலத்தாவரங்களில் உள்ளதைப் போலக் கீழ்ப்புறத்தோலின் மேலாகவும் அமைந்துள்ளது. உ.ம். லும்னிட்ஸெரா, சோன்னிரோஷியா.

(f) புருகைரா, அவிசென்னியா, ஸுரியாப்ஸ் ஆகிய தாவர இலைகளின் நரம்பு முனைகள் அகன்று நீர் சேகரிக்கும் டிரெக்கீடுகள் ஆகின்றன.

(g) ஸோன்னிரேஷியா, ரைஸோபோரா ஆகிய தாவர இலைகளில் மியுஸிலேஜ் செல்கள் (Mucilage cells) உள்ளன ரைஸோபோராவில் பேலிசேடு செல்களுக்கிடையில் மியுஸிலேஜ் செல்களும் நார்ச் செல்கள் (fibre eells) உள்ளதால் இலைகளுக்கு உறுதியளித்துக் காற்றினால் கிழியாத வண்ணம் அமைந்துள்ளன.

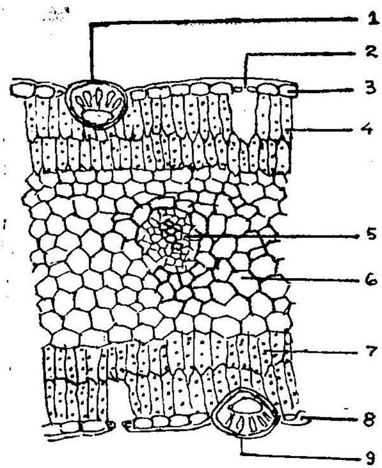
(h) **நீர்த்திசு :** ரைஸோபோரா, அவிசென்னியா அகேன்தஸ் இலிஸிஃபோலியன் ஆகிய தாவரங்களில் நீர் சேமித்துவைக்கும் திசுக்கள் இலையின் தடிப்பில் பெரும்பகுதியாக உள்ளன.

தாவரத்தின் பெயர்	இலைகளின் தடிப்பு	நீர்த்திசுவின் தடிப்பு
1. ரைஸோபோரா மியுக்ரொனேடா	0·67 m. m.	0·21 m m.
2. அவிஸென்னியா அஃபிஷியனாலிஸ்	0·50 m. m.	0·13 m. m.
3. அகேன்தஸ் இலிஸிஃபோலியஸ்	0·63 m. m.	0·15 m. m.
4. ஈறுஸீராஸ் மேஜஸ்	0·50 m. m.	0·13 m. m.

ரைஸோபோராவிலும், அவிஸென்னியாவிலும் நீர்த்திசு மேல்புறத்தோலுக்குக் கீழே உள்ளது. லும்னிட்ஸெராவிலும், சோன்

னிரேஷியாவிலும் நீர்த்திசு இலையின் மையத்தில் இருபுறமும் அமைந்த பேலிசேடுத்திசுக்களுக்கிடையே காணப்படும். படம். 21.

இத் தாவரங்களில் காணப்படும் வறள்நிலத் தாவரத் தன்மைகள் செயலில் வறட்சியினாலும் அதிகமாயுள்ள வெப்ப மண்டலச்



படம். 21.

சோன்னிரேஷியா அ—பெடலா இலையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

1. உப்புச் சுரப்பி
2. இலைத்துளை
3. மேல்புறத் தோல்
4. மேல் பேலிசேடு வரிசை
5. சாற்றுக் குழாய்த் திசு
6. நீர் சேமிக்கும் திசு
7. கீழ் பேலிசேடு வரிசை
8. கீழ்ப்புறத் தோல்
9. உப்புச் சுரப்பி

சூரிய ஒளியாலும் (Tropical insolation), அதிக வெப்பநிலையினாலும் அதிகரித்த காற்றின் நேர் வேகத்தினாலும் ஏற்படுகின்றன.

தற்சூழ்நிலையியல்
(Autecology)

6. சூழ்நிலைக் காரணிகள்
(Enviornmental factors)

பொதுவாக, நாம் காணும் பசுமை நிறம் பொருந்திய தாவரங்களை ஊட்டமுறையைப் பொறுத்துத் (Mode of nutrition) தன்னிச்சையானவை (independant) என்று கூறுகிறோம். தாவரங்கள் தங்களுடைய உணவைத் தாங்களே தயாரித்துக்கொள்ளுவதால், அவைகளைச் சுயஜீவிகள் (Autotrophs) என்று அழைக்கிறோம். விலங்குகள், உணவிற்காக நேரடியாகவோ, மறைமுகமாகவோ தாவரங்களைச் சார்ந்துள்ளன. ஆகையினால் விலங்குகளைப் பரஜீவிகள் (Heterotrophs) என்று கூறுகிறோம். இத்தகைய தாவரங்களின் தன்னிச்சையான தன்மையினை ஆராயப்புகின், உண்மையில் அவை பல சூழ்நிலைக் காரணிகளால் கட்டுப்பட்டுள்ளவை என அறிந்து வியப்படைகிறோம். உயிர்வாழ உபயோகமாக இருக்கும் நீருக்கும், ஊட்டப்பொருள்களுக்கும் தாவரங்கள் மண்ணை நம்பியிருக்கின்றன. "மண்ணை நம்பி மரமிருக்க-ஐலசா" என்ற நாடோடிப் பாடல் நம் காதில் ஒலிக்கிறதல்லவா? காற்றிலே மிதந்து, மக்களிடையே பலகாலம் உலவி, ஏட்டிலே எழுதச்சிறப்புப்பெறும் இக்கவிதை எத்தனை பெரிய உண்மையினை எத்துணை எளிய சில சொற்களில் விளக்கிவிட்டது. நீருக்கும் ஊட்டத்திற்கும் நிலத்தை நம்பிய தாவரங்கள், தாம் தயாரிக்கும் உணவிற்கு, ஆற்றலுக்கெல்லாம் ஆதாரமானவன், சுடரோன், உலகெலாம் உய்வித்தவன், கண்கண்ட தெய்வம் என்றெல்லாம் சொல்லப்படும் கதிரவனின் ஒளியை அல்லவா நம்பியிருக்கின்றன. உணவு தயாரிக்கப் பயன்படுத்தும் கரியமிலவாயுவும் மற்ற உயிரினங்கள் கழிவெனக் கருதி வெளியிட்டதை அல்லவா

பயன்படுத்துகின்றன. எனவே, சொல்லால் தன்னிச்சையானவை என்று அழைத்த பச்சைப் பசுந் தாவரங்கள், உண்மையில் தன்னிச்சையானவை அல்ல; சூழ்நிலைக்காரணிகள் என்ற பொன் விலங்குகளால் கட்டுண்ட, கட்டுப்படுத்தப்பட்ட உயிரினங்கள் என்ற உண்மையினை அறிகிறோம். இத்தகைய சூழ்நிலைக் காரணிகள் பலவாயினும், அவற்றை மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரித்து அறியலாம்

I. **மட்காரணிகள்** (Edaphic factors : இதில் மண்ணின் அமைப்பு, நயம், அதில் உள்ள நீர், காற்று, கரைசல்கள், மண்ணுயிர்கள் ஆகியவை அடங்கும்.

II. **காலநிலைக் காரணிகள்** (Climatic factors): இதில் மழை, பனி, வெப்பநிலை, காற்றீரப்பசை (humidity), காற்று, அதன் நேர்வேகம் (Velocity) முதலியன அடங்கும்.

III. **உயிரினக் காரணிகள்** (Biotic factors): தாவரங்களின் வாழ்வினை மற்ற உயிரினங்கள் எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என்பதை இத்தலைப்பில் காண்போம்.

7. மட்காரணிகள்

(Edaphic factors)

மண் என்பது பூமியின் மேற்பரப்பில் தாவரங்கள் வளரும் பகுதி. பெரிய பாறைகள் பல காரணிகளால் சிதறுண்டு, பொடிப் பொடியாகி மண்ணின் மூலப்பொருளாகின்றன. (Parent material). இத்துடன் அங்ககப் பொருள்களும் (organic incre-ment) உயிரினங்களும், மண் துகள்களுக்கிடையே நீரும் (water) வாயுக்களும் (gases) சேர்கின்றன. இவையாவும் கலந்த கூட்டுப் பொருளே மண் எனப்படும்.

தாவரங்களின் வாழ்விற்கு மண்ணின் அவசியம் (Importance of soil to plants): பெரும்பாலான தாவரங்களின் வேர்த் தொகுப்புக் கள் மண்ணிலே பதிந்துள்ளன. வளிமண்டலத்தில் (Atmosphere) தண்டுத் தொகுப்புப் பரவியுள்ள இடத்தைவிட, நிலத்தில் வேர்த் தொகுப்பு அதிகமான இடத்தில் பரவியுள்ளது. தாவரங்கள் தங்களை நன்ருக ஊன்றிக்கொள்வதற்கும், நீரையும், ஊட்டப் பொருள்களையும் (Nutrients) உறிஞ்சுவதற்கும் மண்ணினையே நம்பி இருக்கின்றன. வேர்த் தொகுப்பும் மண்ணும் ஒன்றை யொன்று தொட்டுத் தழுவிக்கொண்டிருப்பதால் ஒன்றன் பண்பு மற்றொன்றைப் பாதிக்கிறது. பல சூழ்நிலைக் காரணிகளால் மண் ணின் தன்மை மாறிக்கொண்டேயிருக்கும். மனிதன் தன் எண்ணத்திற்கேற்ப மற்ற சூழ்நிலைக் காரணிகளை எளிதில் மாற்றி அமைத்துக்கொள்ள முடியாது. ஆனல் மண்ணின் தன்மையை தன் நன்மைக்காக எளிதில் மாற்றி அமைத்துக் கொள்ளலாம்,

கி.பி 1895-ஆம் ஆண்டில் வெளியான 'சூழ்நிலையியல்' என் னும் நூலில், பேரறிஞர் வார்மிங் (Warming) மண்ணின் தன்மை யினைக் குறித்துத் தாவரங்களை உவர்நிலத் தாவரங்கள் (Halophytes), மணல் தாவரங்கள் (Psammophytes), பாறைத் தாவரங்கள் (Lithophytes) என்று வகைபாடு செய்துள்ளார்

பண்டைத் தமிழ் இலக்கியங்களிலும் மண்ணின் தன்மையினைப் பற்றியே குறிஞ்சி, முல்லை, மருதம், நெய்தல், பாலை என்ற பாகு பாட்டினைச் செய்திருந்தனர்.

தாவரங்களின் வாழ்விற்கு மண் கீழ்க்கண்ட பலவகைகளில் உதவுகிறது.

விதைகள் முளைப்பது,

தாவரங்களின் உருவம், நிமிர் தன்மை,

தண்டுத் தொகுப்பின் வீரியம்,

தண்டின் கட்டைத் தன்மை,

வேர்த் தொகுப்பின் ஆழம்,

உரோம வளர்ச்சி,

வறட்சி, மூடுபனி, ஒட்டுண்ணிகளுக்கு ஈடுகொடுக்கும் தன்மை,

மலரும் காலம், மலர்களின் எண்ணிக்கை.

மண்ணின் நயம் (Soil Texture) : மண்ணின் நயம் அதில் அடங்கியுள்ள மண்துகள்களின் (Soil particles) அளவினைப் பொறுத்தது. 1927-ல் அனைத்து நாடுகளின் மண்ணியல் குழு வினர் மண் துகள்களின் அளவினைப் பொறுத்துக் கீழ்க்கண்ட வகைபாட்டினைச் செய்துள்ளார்கள்.

பருகற்கள்
5·000 mm.
நுண் கற்கள்
2·000 mm.
பரு மணல்
0·200 mm.
நுண் மணல்
0·020 mm.
வண்டல்
0·002 mm.
களிமண்

தாவரங்களும் மண்ணின் நயமும் (Plants and soil texture) : தாவரங்களின் வாழ்க்கைக்கு மண்ணின் நயம் பல நிலைகளில் உதவுகிறது.

a. **மண்ணில் வேர்த் தொகுப்பின் நுழைவு :** வண்டலும் களி மண்ணும் வேரின் வளர்ச்சியைக் குறைக்கின்றன. அதனால்

வேர்த் தொகுப்பின் பரப்பும் (area) கிளைத்தலும் (branchin-) குறைகின்றன.

b. **நீர் உட்புகுதல் (Infiltration of water)**: பருமணல் நிரம்பிய மண்ணில் பெய்த மழை உடனே மண் துகள்களிடையே புகுந்து செல்கிறது; இதனால் ஓடுதலினால் (run off) நீர் வீணாவதில்லை. களிமண்ணில் எளிதில் நீர் உட்புகுந்து செல்ல முடிவதில்லை, எனவே, ஓடுதலினால் நீர் வீணாகிறது. (ஏர் உழுவதற்கும், விவசாயம் செய்வதற்கும் கடினமாக இருப்பதால் நுண்ணிய நயமுள்ள மண்ணான களிமண் **கனமானமண்** (heavy soil) எனப்படும்.

c. **நீரோட்ட வீதம்** (Rate of water movement): மண்ணின் நயத்தைப் பொறுத்து, அதில் நீரோட்ட வேகம் அமைந்திருக்கும். மண் துகள்கள் மிகச் சிறியதாக இருந்தால், நீரோட்டவீதம் குறைவாக இருக்கும். மணற்பாங்கான மண்ணில் நீர் மிக விரைவாக உட்செல்லுவதால் ஆழமற்ற வேருடைய தாவரங்கள் இவ் வாழ்விடங்களில் வளரா. ஆழ்வேருடைய பல்லாண்டுத் தாவரங்களே இவ்விடத்தில் வாழ இயலும்.

d. **நீர் காக்கும் திறன்** (water holding capacity): மண் துகள்களின்மேல் மெல்லிய படிவமாக (film) நீர் காணப்படும். மண் துகள்களிடையே உள்ள கொலாய்டுகள் (colloids) நீரை உள்ளீர்த்தலால் அவைகளிடையே நீர் காணப்படும். நுண் - துகள்கள் கொண்ட மண் (fine-textured soil) நீரை அதிக அளவில் உறிஞ்சி, அதை நீண்ட நாட்கள் பாதுகாத்து வைத்திருக்கும். அதனால், இத்தகைய மண்ணில் வளரும் தாவரங்கள் வறட்சி (Draught) வந்தாலும் வாழும் திறன் பெற்றிருக்கும்.

கொலாய்டுகளின் பரப்பு ஒட்டலினால் (imbibition) காத்து வைத்த ஊட்ட அயனிகளையே (Nutritive ions) தாவரங்களின் வேர்கள் உறிஞ்சுகின்றன. நுண்ணிய துகள்களையுடைய மண்ணே அதிகமான கொலாய்டுகளைத் தன்னகத்தே கொண்டுள்ளதால், அதுவே வளமுடைய மண் எனக் கொள்ளப்படும்.

e. **மண் அமைப்பு** (Soil structure): மண் துகள்கள் தம்முள் அமைந்திருக்கும் விதத்திற்கு மண் அமைப்பு என்று பெயர். சிறிய துகள்கள் பெரிய துகள்களுக்கு இடையே அமைந்து, அவைகளின்மேல் கொலாய்டுகள் பூசப்பெற்றுப் பல பெரிய அமைப்பு அலகுகளை (Structural units) உண்டாக்குகின்றன. கொலாய்டுகள் இல்லாத பருமண் - துகள்கள் கூட்டுச்சேர (Aggre-ate) இயலுவதில்லை; கூட்டுச்சேரும் தன்மை அதிகமாக உள்ள

மண்ணிலே தாவரங்கள் நன்றாக வளரும். இத்தகைய மண்ணில் நீர், காற்று, வேர் முதலியன எளிதில் உட்புகுந்து செல்லும். இம் மண்ணைக் காற்றும், நீரும் அரித்துச்செல்ல (Erosion) இயலாது.

f. **மண்ணின் காற்றோட்டம்** (Soil aeration): சுமாரான பருமண் துகள்களிடையேயும் (moderately coarse soil) கனமான மண் துகள்களிடையேயும் பல இடைவெளிகள் உள்ளன. இந்த இடைவெளிகளில் வாயுக்கள் நிறைந்திருக்கும். தாவரங்களின் வேர்த்தொகுப்பும், மண்ணில் வாழும் உயிரினங்களும் (Soil organisms) சுவாசிப்பதால் கரியமிலவாயு வெளியேறுகிறது; அதற்குப் பதிலாகப் பிராணவாயு நுழைகிறது. காற்று உட்புக முடியாத களிமண் நிலத்தில் பிராணவாயு குறைந்து கரியமில வாயு அதிகரித்து அதனால் நச்சுத் தன்மை (Toxicity) அதிகமாகிறது. இது தாவரங்களின் வாழ்விற்கு வரம்பிடு காரணியாக (limiting factor) அமைந்துவிடுகிறது. மணற்பாங்கான மண்ணில் காற்றோட்டம் அனுகூலமாயிருக்கும்; வெப்பநிலை (temperature) அதிகமாயிருக்கும். அதிகமான ஆக்ஸிகரணத்தினால் (Oxidation) மட்கின் அளவு (humus content) நிலையான குறைந்த அளவிலேயே இருக்கும். மண்ணின் நயத்தைப் பொறுத்து நீர் காக்கும் திறன் அதிகரித்தால், மண் துகள்களுக்கிடையே உள்ள வாயுக்களின் அளவு குறையும். ஈர வெப்ப நிலையில் தரைக்குக் கீழேயுள்ள களிமண் தாவர வாழ்விற்குப் பயன்படாதது ஆக உள்ளது. ஏனெனில், இச் சூழ்நிலையில் வளரும் தாவரங்கள் குறைந்த வீரியம் (reduced vigour) உடையதாகவும், எளிதில் நோய்க்கு இடம் கொடுப்பவைகளாகவும் (susceptible to disease) உள்ளன.

g. **மண்ணின் வெப்ப நிலை** (Soil temperature): நன்றாகக் கூட்டுச் சேர்ந்த திரட்சியுடைய (well aggregated) பருநய மண்ணிலும், களிமண்ணிலும், வெப்ப சமநிலை மண்ணிடையேயும், வளியிடையேயும் உள்ளது. தடையில்லாத வாயுப் பரிமாற்றத்தினாலும் (free gas exchange) குறைந்த ஈரம் காக்கும் திறனாலும் பருநயமுடைய இலேசான மண் (light soil) வசந்த காலத்தில் தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்கேற்றவாறு வெதுவெதுப்பாக இருக்கும்.

மண்ணில் உள்ள அங்ககப் பொருள்

(Organic matter of the soil)

மண்ணில் 90 சதம் அனங்ககப் பொருள்களும் 10 சதமே அங்ககப்பொருள்களும் இருந்தபோதிலும், இந்தக் குறைந்த அளவுள்ள

அங்ககப் பொருள் கலந்த மட்கே(humus)தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குப் பெரிதும் பயன்படுகிறது.

பெரிய மரங்களிலிருந்து ஒடிந்து விழுந்த கிளைகளும் இலைகளும், இறந்த விலங்குகளும் மண்ணில் உள்ள நுண்ணுயிர்களின் (Soil micro-organisms) செயல்களினால் மட்காக மாறுகின்றன. இதனால் நுண்ணுயிர்கள் நிறைந்த மண்ணின் மேற்பரப்பில் மட்கு அதிகமாகவும், மண்ணினுள் செல்லச்செல்லக் குறைந்த அளவிலும் காணப்படும்.

வகைபாடு (classification): தரையின்மேல் சமீபத்தில் படிந்த அங்ககப் பொருள்களுக்கு லிட்டெர் (Litter) என்று பெயர். முந்தைய பருவங்களில் அழுகிய லிட்டெர் டஃப் (Duff) எனப்படும். இது நுண்ணுயிர்களின் செயல்களினால் மாற்றப்படும்பொழுது கறுப்புநிறம் அடைகிறது. இங்ஙனம் உண்டாகிய நுண்ணிய, அருவமான (Amorphous) அங்ககப்பொருள் தாதுப் பொருள்களுடன் (Mineral matter) கலக்கும்பொழுது மட்கு (humus) எனப்படும். அங்ககப் பொருள் கூம்புத் தாவரங்களிலிருந்து (conifers) உண்டாகியிருந்தால் அமிலத்தன்மை (Acidity) பெற்றிருக்கும். அங்ககப்பொருள் ஈரமான இடத்திலிருந்து உண்டானால் அதற்கு பீட் (Peat) என்று பெயர். இது எந்தத் தாவரத்திலிருந்து உண்டாகியதோ அந்தத் தாவரத்தைப் பொறுத்து மாஸ்பீட் (Moss peat), மரப்பீட் (woody peat) என்று சொல்லப்படும்.

தாவரங்களுக்கு அங்ககப்பொருள்களின் முக்யத்வம் (Importance of Organic matter to plants): (a) மண்ணில் உள்ள அங்ககப் பொருள்களில் மிகுதியான ஊட்டப் பொருள்கள் உள்ளன. இவை தாதுப் பொருள்களாகவும், அயனிகளாகவும் (ions) தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கின்றன. இவற்றின் அளவிற்குத் தக்கவாறு மண்ணின் வளம் (fertility) மாறுகிறது.

(b) பசுந் தாவரங்கள், தாம் நிலத்திலிருந்து எடுத்துக்கொள்ளும் பொருள்களுக்கு அதிகமான பொருள்களை நிலத்தில் சேர்க்கின்றன. தாவரங்கள் நிலத்திலிருந்து கரையும் தாதுப் பொருள்களை (Soluble mineral matter) எடுத்துககொண்டு, அதற்குப் பிரதியாக அதிக அளவில் ஸெல்லுலோஸ்(cellulose), லிக்னின் (Lignin), மாவுப்பொருள் (Starch), சர்க்கரைகள் (Sugars), கொழுப்பு (Fat), புரதம் (protein) முதலிய அதிக ஆற்றல்தரும் கூட்டுப் பொருள்களை (high energy compounds) நிலத்தில் சேர்க்கின்றன.

(c) **நீர்காக்கும் திறன்:** அங்ககப் பொருள் கொலாய்டாக இருப்பதால், ஒரு பங்கு அங்ககப்பொருள் 9 மடங்கு எடையுள்ள நீரைத் தன்னகத்தே தங்கவைக்கிறது

(d) மண் அமைப்பு: அங்ககப்பொருள், அமைப்பில் களி மண்ணை ஒத்திருப்பதால், மண் துகள்கள் திரட்சி படைவது எளிதாகிறது. அங்ககப் பொருள்கள் களிமண்ணுடன் கலக்கும்போது மண்ணின் அமைப்பு பெரிதும் முன்னேற்றமடைகிறது.

(e) பரப்பு ஒட்டல் திறன் (Adsorptive capacity) அங்ககப் பொருள் களிமண்ணைவிட 100 மடங்கு பரப்பு ஒட்டல் திறன் அதிகம் பெற்றதால், ஊட்டப் பொருள்களை அயனிகளாகத் தங்க வைத்துக்கொள்ளுகிறது.

(f) மண்ணின் மேற்பரப்பில் அங்ககப் பொருள்கள் அமைந்திருந்தால் உறைபனியால் (frost) ஏற்படும் நாற்றுச் சாவினை (Seedling mortality) குறைக்க முடியும். மழைத் துளிகளால் மண் பரப்புத் திண்மையாவது குறைந்து ஓடுநீர் வீணாவது தடுக்கப்படும்,

மண் உயிரிகள்

(Soil organisms)

பாக்டீரியா (Bacteria), பூஞ்சைகள் (Fungi), பாசிகள் (Algal), வேர்கள், ரைஸாய்டுகள் (Rhizoids), மட்ட நிலத் தண்டுகள் (rhizomes) முதலிய தாவரங்களும், தாவரப் பகுதிகளும், புரோட்டோஸோவா (Protozoa), உருண்டைப் புழுக்கள் (Nematodes), மண் புழுக்கள், எலி, முயல் போன்ற விலங்கினங்களும் மண்ணில் வாழுகின்றன.

மண் உயிரிகளின் முக்கிய வேலைகள் (Chief roles of soil Organisms): (a) மண்ணில் காணும் அங்கப்பொருட்களை மண் உயிரிகள் எளிய பொருள்களாக்குகின்றன. இப் பொருள்களை உயர் தாவரங்கள் ஊட்டப் பொருள்களாக உபயோகித்துக் கொள்ளுகின்றன.

(b) குறைந்த காற்றோட்டமுள்ள மண்ணில் அங்ககப் பொருள்கள் அழுகுவதனால் (decay), உயர்தாவரங்களுக்கு நச்சாக ஆகும் (toxic substances)பல அங்கக அமிலங்கள் (Organic acids), ஆல்டிஹைடுகள் (Aldehydes), வேனில்லின் (Vanillin) முதலிய பொருள்கள் உண்டாகின்றன.

(c) பரஜீவி (Helerotroph) பாக்டீரியா, பூஞ்சை முதலியன தங்களது செய்கையினால் வளர்ச்சிக்கு உதவும் பொருள்களான (growth promoting substances) 3—இண்டோல் அஸெடிக் அமிலம் (3 - indole acetic acid) போன்ற பொருள்களை உண்டாக்குகின்றன.

(d) காற்றோட்டமுள்ள மண்ணில் அஸோடோபாக்டெர் (Azotobacter), காற்றோட்டமில்லாத மண்ணில் கிளாஸ்ட்ரிடியம் (Clostridium) லெகூம் வகைத் தாவர வேர்களில் (Roots of leguminous plants) ரைஸோபியம் (Rhizobium) என்ற பாக்டீரியாக்களும் நீலப்பச்சை ஆல்காக்களும் (Blue green Algae) காற்றில் உள்ள நைட்ரஜனை (Nitrogen) உபயோகப்படுத்தி அதை அங்கக வட்டத்திற்குள் (Organic cycle) கொண்டுவருகின்றன. இத்தகைய பாக்டீரியாக்களும் நீலப் பச்சை ஆல்காக்களும் சுரக்கும் மியூஸிலேஜினால் (Mucilege) மண்துகள்கள் திரட்சி அடைகின்றன.

மண்புழு, எலி, குழிமுயல் முதலிய விலங்குகளினால் மேற்பரப்பு மண் அடியிலும், கீழே இருந்த மண் மேலேயும் கொண்டுவரப்பட்டு மண்ணின் காற்றோட்டம் அனுகூலமாகிறது.

மண்ணின் நீர்

(Soil water)

மண்ணில் உள்ள நீருக்கு முக்கியமான ஆதாரம் மழை நீராகும். ஒரு பெரிய மழைக்குப் பிறகு மழைநீர் சரிவுகளில் வடிந்து செல்கிறது. இதற்கு ஓடுநீர் (run away water) என்று பெயர். இந்த ஓடுநீர் தாவரங்களுக்குப் பயன்படுவதில்லை. மழைநீரின் ஒரு பகுதி நிலத்தில் பெரிய மண்துகள்களுக்கிடையேயுள்ள சிறு துளைகள் (pores) வழியாக புவியீர்ப்பு ஆற்றலால் (Gravitational force) கீழ்நோக்கி வடிகிறது. இதற்குப் புவியீர்ப்பு நீர் (Gravitational water) என்று பெயர். இந்த நீர் ஒரே நிலையில் இருப்பதில்லை. எனவே, இது தாவரங்களுக்குப் பயன்படுவதில்லை. இந்த நீர் இரண்டொரு நாட்களில் மண்ணின் மேற்பரப்பிலிருந்து வடிந்து விடுகிறது. இது மண்ணில் நிலைத்திருந்தால் பிராண வாயு குறைந்து, கரியமில வாயு அதிகமாகி, வேர்த் தொகுப்பிற்கு ஊறு விளைவிக்கும். எனவே, புவியீர்ப்புநீர் தாவரங்களுக்குப் பயன்படாதது மட்டுமின்றி, அவைகளுக்குத் தீங்கும் விளைவிக்கிறது.

மழைநீரின் பெரும் பகுதி புவியீர்ப்பு ஆற்றலுக்கு எதிராக மண்துகளிடையே தங்கிவிடுகிறது. இந்த நீரின் ஒரு பகுதியை மண்கொலாய்டுகள் உறிஞ்சித் தங்களிடம் வைத்துக்கொள்கின்றன. மண்ணில் வறட்சி ஏற்படின், மண்கொலாய்டுகள் வளிமண்டலத்தில் (atmosphere) உள்ள கொஞ்சம் ஈரத்தை (Moisture) உறிஞ்சிக் கொள்கின்றன. இங்ஙனம் உறிஞ்சிய நீர் ஈரப்பசை நீர் (Hygroscopic water) எனப்படும். இத்தகைய நீரை

மண் துகள் கொலாய்டுகள் சிக்கெனப் பிடித்திருத்தலால் இது தாவரங்களுக்குப் பயன்படுவதில்லை. காற்றினால் காய்ந்த மண்ணும் (air dry soil) அதிக அளவு ஈரப்பசைநீர் பெற்றுள்ளது. இவற்றிற்கெல்லாம் எஞ்சியுள்ள நீர் கொலாய்டு இல்லாமல் மண் துகள்களிடையே காணப்படும். இதற்கு நுண் துளை நீர் (Capillary water) என்று பெயர். இந்த நீர்தான் தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குப் பெரிதும் பயன்படும். எனவே, இது மிகவும் முக்யத்வம் வாய்ந்தது. இதைத் தவிர்த்துச் சிறிதளவு நீர் மண்வெளியில் (Soil atmosphere) நீர் வாயுவாகக் காணப்படும். இதைத் தாவரங்கள் பயன்படுத்துவதில்லை.

ஈரப்பசை நீரும், நுண் துளை நீரும் சேர்ந்தது நீர் தாங்கு திறன் (Water holding capacity) அல்லது நீர்கொள்திறன் (Field capacity) எனப்படும். இது புவியீர்ப்பு, நுண் துளை ஆற்றல்களுக்கு எதிராகக் காத்துக்கொள்ளப்பட்ட மொத்த நீரின் அளவாகும். இது மீண்டும் மண்ணிலிருந்து வடிந்து வீணாவதில்லை. நீர்கொள்திறன் என்பது மண்ணின் நயம், அமைப்பு, திரட்சி, கொலாய்டுகள் ஆகியவற்றைப் பொறுத்து மாறுபடும். கொலாய்டுகளின் அளவு அதிகமானால் மண்ணின் நீர்கொள் திறன் அதிகமாகும். பருமணல் நிரம்பிய மண் தனது வறண்ட எடையில் (dry weight) 10 சதமும், வண்டல் மண் 35 சதமும் நீர்கொள் திறன் பெற்றுள்ளது.

நிலத்தில் உள்ள எல்லா நீரும் தாவரங்களுக்குக் கிடைப்பதில்லை. தாவரங்கள் நிலத்திலிருந்து உறிஞ்சும் நீருக்குக் கிடைக்கும் நீர் (available water) என்று பெயர். தாவரங்கள் நிலத்திலிருந்து உறிஞ்ச இயலாத நீருக்குக் கிடைக்காத நீர் (non available water) என்று பெயர். இந்த நீரே மண் துகள் கொலாய்டுகள் சிக்கெனப் பிடித்து வைத்துள்ள ஈரப்பசை நீராகும்.

மண்ணில் உள்ள மொத்த நீரின் அளவிற்கு ஹோலார்டு (Holard) என்று பெயர். இதில் தாவரங்களுக்குப் பயன்படும் நீருக்கு ச்ரெஸார்டு (Chresard) என்று பெயர். தாவரங்கள் உறிஞ்ச முடியாத நீருக்கு இகார்டு (Echard) என்று பெயர். இவ்வகையான நீர்களின் அளவு மண்ணிற்கு மண் அளவில் வேறுபடும். மண்ணிற்கும் நீருக்கும் உள்ள உறவு முறையை அறிந்து கொள்வது சூழ்நிலை ஆய்விற்கு மிகவும் முக்கியமானது. ஒரு தாவரம் நிரந்தரமாக வாடும் நிலைக்கு வரும்போது (Permanent wilting condition) அது வாழும் மண்ணில் உள்ள ஈரத்தின் வீதம் வாடல் விகிதம் (wilting coefficient) எனப்படும்.

அமிலமண் (Acid soil): மண்ணில் பலவிதமான கரைசல்கள் (Solutions) கலந்துள்ளன. இவை பல எதிர்ச்செயல்களை

(reactions) உண்டாக்கித் தாவரங்களைப் பாதிக்கின்றன. இந்தக் கரைசல்களில் ஹைட்ரஜன் (Hydrogen) அல்லது ஹைட்ராக்ஸில் (Hydroxyl) அயனிகள் அதிகமாக இருப்பதைப் பொறுத்து, மண் அமிலத் தன்மையுடையதாகவோ, காரத் தன்மையுடைய தாகவோ மாறும். இதை PH என்ற அளவினால் மதிப்பிடு கிறோம். தண்ணீரில் ஒரு ஹைட்ரஜன் அயனியும், ஒரு ஹைட்ராக் ஸில் அயனியும் இருப்பதால் அதைப் பொதுநிலை (Neutral) உடையதாகக் கருதுகிறோம். தண்ணீரின் PH மதிப்பு 7 என மதிப்பிட்டுள்ளார்கள். கரைசல்களின PH மதிப்பு 7க்குக குறைந் தால் அமிலத் தன்மையையும், 7க்கு அதிகமானால் காரத்தன்மை யையும் காட்டும்.

மண்ணில் அமிலத் தன்மை உண்டாவதற்குப் பல காரணி கள் உள்ளன. காற்றீரப் பசையுள்ள (humid) பிரதேசங்களில், மழை அதிகமாக இருந்தால் மண்ணில் உள்ள காரங்களாகிய (Bases) கால்சியம் (Calcium), மக்னீசியம் (Magnesium), பொடா சியம் (Potasium), சோடியம் (Sodium) ஆகிய அயனிகள் மழை நீரால் அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன. இதனால் எஞ்சியுள்ள கரை யாத அமிலப் பொருள்கள் மண்ணில் தங்கி, மண்ணை அமிலத் தன்மையுடையதாக ஆக்குகின்றன. தாவரங்கள் சுண்ணாம்பு முதலிய ஊட்டப் பொருள்களைத் தொடர்ந்து பயன்படுவதால் மண்ணில் அமிலத் தன்மை அதிகமாகிறது. அம்மோனியம் சல்பேட் (Ammonium sulphate) போன்ற உரங்களை மண்ணிற் குப் போடுவதாலும் மண்ணில் அமிலத் தன்மை அதிகரிக்கிறது. அமிலம் கலந்த பாறைகளிலிருந்து மண் உண்டாகியிருந்தாலும் அதில் அமிலத் தன்மை அதிகம் கலந்திருக்கும்.

பெரும்பாலான தாவரங்கள் பொதுநிலை பெற்ற மண்ணில் அல்லது சிறிது அமிலம் கலந்த மண்ணில் நன்றாக வளர் கின்றன. ருமெக்ஸ் (Rumex) போன்ற தாவரம் மண்ணில் உள்ள அமிலத் தன்மையைப் பொறுத்துக்கொண்டு வளரும். ரோடோடெண்ட்ரான் (Rhododendron) போன்ற தாவரங்கள் அமில மண்ணில் நன்றாக வளரும். சில தாவரங்கள் அமிலம் கலந்த மண்ணில் வளருவதேயில்லை. அமிலமண்ணில் கால்சியம் குறை வாக இருக்கும். எனவே, இத்தகைய மண்ணில் வாழும் தாவரங் களுக்குக் கால்சியம் ஒதுக்கிகள் (Calciphobous) என்று பெயர். அமிலத் தன்மையைப் பொறுக்க முடியாமல் அத்தகைய மண் ணில் வாழ இயலாத தாவரங்களுக்கு கால்சியம் விரும்பிகள் (Calciphilons) என்று பெயர்.

பெரும்பாலான பயிரினங்களையும், காய்கறிகளையும் அமில மண்ணில் பயிரிட்டால் அவைகளுக்கு ஊறு நேரிடும். (உ-ம்.)

கோதுமை, பார்லி, சோளம், புகையிலை, முட்டைக்கோசு, காலிபிளவர், கேரட், பூசணி, வெண்டைக்காய், வெங்காயம். இதற்கு மாறாக, அரிசி, ரை, மக்காச்சோளம், பருத்தி, பட்டாணி, பீன்ஸ், நிலக்கடலை, ஆமணக்கு, உருளைக்கிழங்கு, தக்காளி, முள்ளங்கி, திராக்ஷை முதலிய பயிர்கள் அமிலத் தன்மையைப் பொறுத்துக்கொண்டு நன்றாக வளருகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவிற்குமேல் மண்ணில் அமிலத்தன்மை அதிகமானால் அதனால் தாவரங்களுக்கு ஊறு நேரிடும். இதற்குப்பல விளக்கங்கள் கொடுக்கிறார்கள். அமிலத்தன்மை நைட்ரஜன் தக்கவைக்கும் பாக்டீரியாக்களின் (Nitrogen fixing bacteria) செயல்களைத் தடுக்கிறது; பொதுவாக மண் நுண்ணுயிர்களின் செயல்களைத் தடுக்கிறது. இதனால் மண்ணின் மேற்பரப்பில் காணும் அங்ககப் பொருள் அழுகி, மட்கு உண்டாவது தடைப்பட்டுக் கரியமில வாயுவும் மற்ற நச்சுப்பொருள்களும் குவிந்து விடுகின்றன. அமில மண்ணில் வாழும் ரோடோடென்ட்ரான் போன்ற தாவரங்கள் அகஜீவி வேரிப் பூஞ்சையைப் (Enbotrophic micorrhizal fungus) பெற்றுள்ளன. மண்ணில் உள்ள அமிலத் தன்மை, மண்ணில் காணப்படும் கால்சியம், மக்னீசியம், இரும்பு, மாங்கனீஸ் முதலிய உப்புக்களின் கரைசலைத் தடுக்கிறது. இதனால் இவ்வுப்புக்கள் தாவரங்களுக்குக் கிடைக்காமற்போய் விடுகின்றன. அமிலத்தன்மை மண்ணின் காற்றோட்டத்தையும் நீரின் அளவையும் குறைக்கிறது.

மண்ணில் அமிலத்தன்மை மிகவும் அதிகமானால் அதைக் குறைப்பதற்கான ஏற்பாடுகளைச் செய்யவேண்டும். இதற்கு கால்சியம் கார்பொனேட், மக்னீசியம் கார்பொனேட், எரித்த சுண்ணும்பு ஆகிய பொருள்களை மண்ணுடன் கலக்கவேண்டும். கால்சியம் சைனமைடு (Calcium Cyanamide), கால்சியம் நைட்ரேட் போன்ற வேதிப்பொருள்கள் மண் அமிலத்தைக் குறைக்கும். மண்ணில் சுண்ணும்பு சேர்த்து, அதனால் அமிலம் குறைந்தபின் தாவரங்கள் மண்ணில் உள்ள உரங்களை நன்றாகப் பயன்படுத்துகின்றன; பாக்டீரியா போன்ற நுண்ணுயிரிகளின் செயல்கள் இயல்பாக நடைபெற்று, மண்ணில் மட்கு அதிகரித்து, மண் வளம் பெற்று, அதனால் தாவரங்கள் நன்றாக வளர வழி செய்யப்படுகின்றது.

கார மண் (Alkali soil): குறைந்த மழை உள்ள வறண்ட பிரதேசங்களிலும், வடிகால் வசதி (drainage facility) இல்லாத பிரதேசங்களிலும் கரை உப்புக்கள் (soluble salts) மண்ணின் மேற்பரப்பில் தங்கிவிடுகின்றன. கடலோரங்களிலும், உப்பு ஏரிக்கரைகளிலும், மண்ணில் உள்ள நுண்துளைநீர் தொடர்ந்து

ஆவியாவதால், மண்ணில் உள்ள உப்புக்களின் அளவு அதிகரிக்கும். கார உப்புக்கள் (Alkali salts) அதிகம் கலந்த மண் காரமண் (Alkali soil) எனப்படும். இம் மண்ணில் சோடியம், பொடாசியம் கார்பொனேட்டுகள் அதிக அளவில் கலந்திருக்கும். இதனால் மண் கரும்பழுப்பு அல்லது கறுப்பு நிறமாக இருக்கும். எனவே, இதற்கு கறுப்புக்கார மண் (Black alkali soil) என்று பெயர். இந்தக் கறுப்புக்கார மண்ணில் மிகக்குறைந்த அளவு அங்ககப் பொருள்கள் இருந்தால் அது வெண்மைக்கார மண் (White alkali soil) ஆக மாறும்.

கார உப்புக்கள் அதிகம் கலந்த உவர்மண் தாவரங்களுக்குப் பல விதங்களில் ஊறு விளைவிக்கிறது.

(a) உப்புக்களின் செறிவு மண் கரைசலில் அதிகமாக இருப்பதால் விதைமுளைத்தல் தடைபடுகிறது.

(b) மரப்பட்டை அரிக்கப்பட்டு அழிக்கப்படுகிறது.

(c) இலைகளில் பச்சயம்நீங்கி பச்சயச்சோகை (Chlorosis) ஏற்படுகிறது.

(d) மண்ணின் காரங்கள் மட்கைக் கரையச்செய்து, நீர் உட்புக முடியாத கொலாய்டுகளை உண்டுபண்ணி, மண்ணின் அமைப்பினை ஊறு விளைவிக்கும் விதத்தில் மாற்றுகின்றன.

எனவே, இத்தகைய கார உப்புக்கள் நிறைந்த மண்ணில் பொதுவான தாவரங்கள் வளர முடிவதில்லை. ஸாலிகோர்னியா ருப்ரா (Salicornia rubra), அட்ரிப்ளெக்ஸ் (Atriplex), சுயேடா மாரிடிமா (Sueda maritima) போன்ற தாவரங்களே வாழுகின்றன.

உவர், காரமண்களைப் பயிரிடும் நல்ல நிலமாக்கப்பல வழிகள் உள்ளன.

1. மண்ணின் மேற்பரப்பில் உள்ள உப்புக்களை நீக்குவது.

2. உப்புக்களை வடிகால் வசதிசெய்து கொஞ்சம் கொஞ்சமாக நீக்கி விடுவது.

3. மண்ணில் சோடியம் கார்பொனேட் உப்பு அதிகமாக இருந்தால் ஜிப்சம் (Gypsum $CaSo_4$) அல்லது கந்தகம் (Sulphur) சேர்த்தால் உப்பு மெதுவாக நீங்கிவிடும்.

8. காலநிலைக் காரணிகள்

காலநிலையைப் பல இயற்கைக் காரணிகள் நிர்ணயிக்கின்றன. ஓர் இடத்தின் மழையளவு, வெப்பநிலை (Temperature), காற்றின் நேர்வேகம், காற்றில் உள்ள நீர்த்துளிகள் முதலியவை தாவரங்களின் வளர்ச்சியைப் பெரிதும் பாதிக்கின்றன.

1. காற்று (wind): காற்று தாவரங்களின் வாழ்க்கையை நேர்முகமாகவும், மறைமுகமாகவும் பாதிக்கிறது பலத்த காற்றினால் மரங்கள் வேருடன் களைந்து எறியப்படுகின்றன; கிளைகளும் இலைகளும் ஒடிந்து விழுகின்றன. காற்றின் நேர் வேகத்தினின்றும் தப்பித்துக் கொள்ளுவதற்காகப் பெரிய மரங்களின் கிளைகள் காற்றோட்டத்திற்கு எதிர்த்திசையில் வளைந்து கொடுக்கின்றன. புற்களும், குட்டையாக இருக்கும் தாவரங்களும் காற்றினால் அதிகம் பாதிப்பதில்லை.

காற்றின் எதிர்மறை விளைவினால் தாவரங்களின் செயலியலில் பல மாறுதல்கள் ஏற்படுகின்றன. தாவரங்களின் இலைகளைச் சூழ்ந்துள்ள ஈரக்காற்றைக் காற்றலைகள் (wind currents) நீக்கி விடுவதால் இலைகளில் ஆவிப்போக்கு அதிகமாகிறது. நீர்நிலைகளிலிருந்து வீசும் காற்றில் காற்றீரப்பசை அதிகமாக இருப்பதினால், தாவரங்களின் ஆவிப் போக்குக் குறைகிறது தரைக்கு மேலே உயர உயரக் காற்றின் வேகம் அதிகமாகிறது. தரைமேல் படர்ந்திருக்கும் தாவரங்களைவிட, மரங்களில்தான் காற்றலைகள் அதிக ஆவிப்போக்கினை ஏற்படுத்துகின்றன. இதனால் திறந்த வெளியில் உள்ள மரங்களின் உயரங்களைக் காற்று கட்டுப்படுத்துகிறது. இவ்வித இடங்களில் நீள் மரங்கள் யாவும் ஒரே உயரத்தில் வளருகின்றன.

மலைமுகட்டுத் தாவரக் கூட்டங்களான ஆல்பைன் (Alpine vegetation) தாவரத் தொகுதியில் காற்றின் நேர்வேகம் மிக அதிகமாக இருப்பதால் மரங்கள் குறைந்த எண்ணிக்கையில் காணப்படும். மரங்கள் இருந்தாலும் அவை குன்றியவைகளாகக்

காணப்படும். புதர்ச்செடிகளும், சிறு செடிகளுமே அதிகம் காணப்படும். உதாரணமாக் நீலகிரி மலையில் உள்ள தொட்ட பெட்டா மலைச் சிகரத்தில் இந்தவகைய தாவரத் தொகுதியைக் காணலாம்

2. வெப்பநிலை (Temperature): தாவர உறுப்புக்களின் வெப்பநிலை அவற்றை நெருங்கி அமைந்துள்ள சூழ்நிலைக் காரணிகளைப் பொறுத்தது. உதாரணமாக, ஒரு தாவரத்தில் உள்ள வேரின் வெப்பநிலை மண்ணின் வெப்பநிலையை ஒத்திருக்கும். ஆனால் தண்டுத்தொகுப்பின் வெப்பநிலையோ தாவரத்தின் தண்டுத்தொகுப்பு எவ்வளவு சூரிய வெளிச்சத்தை உறிஞ்சுமோ, அதற்கேற்றவாறு அமைந்திருக்கும்.

வெப்பநிலை தாவர உடலத்தில் நிகழும்பல வாழ்வியல் வேலைகளை ஒழுங்குபடுத்துகின்றன. தாவரங்களில் நடைபெறும் எல்லா வளர்சிதைமாற்றங்களுக்கும் அவை ஆரம்பமாக ஒரு குறைந்த அளவு வெப்பநிலை (Minimum temperature) வேண்டும். இந்தக் குறைந்த அளவு வெப்ப நிலையிலிருந்து 10°C அதிகரித்தால் அந்தக் குறிப்பிட்ட வாழ்வியல்வேலை இரு மடங்களாகும். இங்ஙனம் இரட்டிப்பாகும் வாழ்வியல்வேலை ஓர் உயர்ந்த அளவு வெப்பநிலை வரையில்தான் (Optimum) இரட்டிக்கும். அந்த அளவிற்குமேல் வெப்பநிலையை அதிகரித்துக்கொண்டே போனால் வாழ்வியல் வேலை குறைந்துகொண்டே ஒருமிக அதிக அளவு (Maximum) வெப்பநிலைவரை வந்து பிறகு செயல்படாமல் நின்று விடும். இதற்கு வெப்பநிலை ஈவு (Temperature-Coefficient) என்று பெயர். ஒவ்வொரு தாவரத்தின் ஒவ்வொரு வாழ்வியல் வேலைக்கும், அதன் முதிர்ச்சி, ஆக்கத்திசு அமைப்பு, உறுப்பு ஆகியவற்றிற்குத் தகுந்தவிதமாக இந்த வெப்பநிலை ஈவு மாறுபடும்.

தாவரங்களுக்குக் குறிப்பிட்ட அளவு உள்வெப்பநிலை (inner temperature) கிடையாது இது சூழலைப்பொறுத்து மாறுபடும். நிலமையக் கோட்டிலிருந்து (Equator) நகர, நகர வெளி வெப்பநிலை (atmospheric temperature) மெதுவாகக் குறைந்துகொண்டே வருகிறது. பொதுவாகத் தாவரங்கள் அதிக வெப்பநிலை இடைவெளியில் வாழ்ந்தாலும் அவை காலப்போக்கில் தங்கள் வாழ்விடங்களில் உள்ள வெப்பநிலைக் காரணிகளுக்கேற்ப வாழ்ந்து வருகின்றன. இதனால் ஓரினத்தின் (a single species) வாழ்விடம் அதன் வெப்பநிலையைப் பொறுத்த அளவில் நிலையாக்கப்படுகிறது. ஆர்க்டிக் (Arctic region) பிரதேசத்தில் வாழும் சில பாசிகள் 0°C க்கும் குறைவான வெப்பநிலையிலும் வாழ்கின்றன. அதிக வெப்ப நிலையான 80°C அமைந்த வெந்நீர் ஊற்றுகளுக்கு

அருகில் சில பாக்டீரியாக்களும், நீலப் பசும் பாசிகளும் (Bluegreen algae) வாழ்கின்றன.

ஆவிப் போக்கு (Transpiration) : வெப்பநிலை, ஆவிப் போக்கினை நேரிடையாகப் பாதிக்கிறது. தாவரங்களின் உள்வெப்பநிலை நீரை ஆவியாக்கவேண்டும். வெளியில் உள்ள வளிவெப்பநிலை அந்த ஆவியை மேன்மேலும் உலர வைப்பதினால் ஆவிப்போக்குத் தொடர்ந்து தாவரங்களில் நிகழ்ந்துகொண்டே இருக்கும். எனவே ஓரளவுவரை வெப்பநிலை அதிகரிக்க ஆவிப்போக்கும் அதிகமாகும்.

வெப்பநிலை அளவு : கதிரவன் எழுவதும் மறைவதும், சூழ்நிலைக் காரணிகளில் சில அலைமாறுபாடுகளை நிகழ்த்துகின்றன. கதிரவன் எழும்போது காற்றீரப்பசை குறைய, ஒளியும், வெப்பநிலையும் அதிகரிக்கும்; பின்னர் மாலையில் இவை எதிர்மறையாய் மாறும். இவ்விதம் ஒருநாளில் காணப்படும் வெப்பநிலை மாறுதல்களுக்குத் தாவரங்களின் பூக்கள் ஈடுகொடுக்கும் தன்மைக்கு வெப்பநிலைக் காலத்துவம் (Thermoperiodism) என்று பெயர். வெப்பநிலை ஒளிச்சேர்க்கையையும், (Photosynthesis) வளர்ச்சியையும் மறைமுகமாகப் பாதிக்கின்றது. வெப்பநிலை விதைமுளைத்தலையும் பாதிக்கின்றது. கேரட் (Daucus carota), லோலியம் பெரின்னி (Lolium perenne) என்பன சீரான வெப்பநிலையிலும் முளைக்கும். ஆனால் போவா-பிராடென்ஸிஸ் (Poa pratensis), டாக்டிலிஸ் கிளாமெரேடா (Dactylis glomerata) போன்ற தாவரங்களின் விதைகள் மாறிமாறி வரும் வெப்பநிலையில்தான் முளைக்கும்.

குறைந்த வெப்ப நிலையின் தூண்டல் விளைவு (Stimulating effect of Low temperature) : ரோஜா போன்ற தாவரங்களின் இளந்தளிர்களை மூடுபனி கொன்றுவிடுவதால் தாவரங்களின் வளர்ச்சி தடைபெற்று ஓய்வு எடுத்துக்கொள்கின்றன. சீதளப் பிரதேசங்களில் வளரும் தாவரங்கள் மேலே கண்ட குறைந்த அளவு வெப்ப நிலை இல்லாமலே ஓய்வு எடுத்துக்கொள்கின்றன. நன்கு வளர்ந்தபின், வெளிக்காரணிகள் வளர்ச்சிக்குச் சாதகமாக இருந்தாலும் இவை வளர்வடங்கிய நிலைக்குச் சென்றுவிடுகின்றன.

கால்ஸியோலேரியா (Calceolaria), செனிஸியோ ஸினெரேரியா (Senecio cineraria) போன்ற தாவரங்களில் 15·5° Cக்குக்குறைந்த வெப்ப நிலையில் பூ மொட்டுகள் தோன்றுகின்றன. பெரும்பாலான சிறு செடிகளில் பூமொட்டுகள் தோன்றுவதற்கு வெப்பநிலை குறைவாகவும் பூ வளர்ச்சிககு வெப்பநிலை சிறிது அதிகமாகவும் இருத்தல் வேண்டும். மிக உயர்ந்த வெப்பநிலை பூ பூப்பதை அமுக்கிவிடுகிறது.

விதைகள் முதிர்ந்தபின், முளைக்கும்போது குளிர்ச்சியாக்கப் பட்டால் (Chilling) மிகவும் நன்ருக முளைக்கின்றன. சில விதைகளுக்கு முளைத்த பிறகு குறைந்த அளவு வெப்பநிலை இருந்தால் நன்ருக வளரும். குளிர்காலக் கோதுமைகளைச் (Winter wheat) சிறிது முளைக்கச் செய்து, அவற்றை 5^0 Cல் சிலநாட்கள் வைத்திருந்த பின்னர் விதைத்தபொழுதுஅவை வசந்தகால வகைகளைப் (Spring variety) போன்று வளர்ந்து பலன் தந்தன. இதற்குத் தட்பப் பதனம் (Vernalization) என்று பெயர். தட்பப் பதனத்திஞல் பயிர்கள் விரைவில் பலன் தருகின்றன. இதஞல் முன் பின்ருகப் பூக்கும் பயிர்களை ஒரே காலத்தில் பூக்கச் செய்யலாம். சந்ததிச் சோதனைகளுக்காகத் (Progeny tests) தொடர்ந்து பல சந்ததிகளைக் குறைந்த அளவு காலத்தில் பயிராக்கிக்கொள்ளலாம்.

குளிர்க் கெடுதி (Cold injury): குளிர்ந்தகால நிலையில் தாவரங்களுக்குக் கீழ்க்கண்ட பல கெடுதிகள் விளைகின்றன.

1. தாவரங்கள் வளர்வடங்கிய நிலை எய்துகின்றன.

2. தாவரங்களின் இலைகளில் பச்சயச்சோகை (Chlorosis) காணப்படும்.

3. புரதங்கள் நேரடியாகத் திடப்பொருளாகப் படிந்துவிடும்.

4. மிகவும் குறைந்த வெப்பநிலையிஞல் செல்களிலிருந்து நீர் செல் இடைவெளிப் பகுதிகளுக்கு வந்து அங்கு பனியாக உறைந்துவிடும்.

குறைந்த வெப்பநிலையைத் தாங்குவதற்கேற்ற ஆற்றல் பல தாவரங்களிலும் பலவிதமாக அமைந்துள்ளன. வெப்ப மண்டலத் தொடர்பு உடைய அரிசி, பருத்தி, கோலியஸ் (Coleus) போன்ற தாவரங்களுக்கு உறைநிலைக்கு மேலே அமைந்த குறைந்த வெப்பநிலையால் கெடுதிகள் விளையும். மற்ற தாவரங்களுக்கு உறைநிலையில்தான் கெடுதிகள் விளையும். குளிர் வெப்பநிலைக்கே உரித்தான சில தாவரங்கள்—62°C ஆன மிகமிகக் குறைந்த வெப்ப நிலையிலும் உயிர் வாழுகின்றன. பூவாத் தாவரங்களுக்கும் விதைகளுக்கும் குறைந்த வெப்ப நிலையிஞல் எந்தவிதமான கெடுதியும் விளைவதில்லை.

வெப்ப நிலையும் தாவர நோயும்: ஒட்டுண்ணிப் பூஞ்சை (Parasitic fungus) ஓம்புயிரியில் (Host) நுழைவதும், வளர்வதும் இனப்பெருக்கு உறுப்புக்களை உண்டாக்குவதும் வெப்பநிலையால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டுள்ளது. உதாரணமாக வெப்பநிலை 13°Cக்குக் குறைவாக இருந்தால் மக்காச்சோள நாற்றுக்களில் நோய்கள் வந்துவிடுகின்றன. ஆஞல், சணல் பயிர் ..புசேரியம் வாடல்

நோய்க்கு (Fusarium wilt disease) 14°C க்கு மேல்தான் வாழ இடமளிக்கிறது. அதனால் ஒட்டுண்ணிகள் உயிர் வாழ முடியாத வெப்ப நிலையில் ஓம்புயிரிகளை வளரச் செய்தால் ஒட்டுண்ணி களால் விளையும் சேதத்தைத் தவிர்க்கலாம்.

3. வெளிச்சம் (Light) : உலகில் உள்ள உயிரினங்கள் யாவும் வாழ்வதற்கேற்ற ஆற்றலைச் சூரிய ஒளியே தருகிறது. இவ் வொளியில் தாவரங்கள் நேரிடையாக ஆற்றலைப் பெறுகின்றன; மற்ற உயிரினங்கள் தாவரங்கள் தயாரித்த பொருள்களிலிருந்து ஆற்றலைப் பெறவேண்டியிருக்கிறது. தாவரங்களில் உள்ள பச்சயம் (Chlorophyll) கதிரவனிலிருந்து வெளியாகும் ஆற்றலை உறிஞ்சும் தன்மை வாய்ந்தது. பச்சயம் அவ்வொளியை வேதி ஆற்றலாக (Chemical energy) மாற்றி அதை எளிய சர்க்கரை மூலக்கூற்றில் (Molecule) வைத்திருக்கிறது. இப்படியாகத் தாவரங்கள் கதிரவனின் ஆற்றலையும், மற்ற உயிரினங்களையும் இணைக்கின்றன. இதைத்தவிரச் சூரிய ஒளி தாவரத்தின் மற்ற செயலியல்களான ஆவிப்போக்கு, சுவாசித்தல் முதலியவற்றை யும், வேதிச்சேர்க்கையையும் நேரிடையாகவோ, மறைமுகமாகவோ கட்டுப்படுத்துகிறது. தாவரங்களின் உறுப்புக்களையும் திசுக் களையும் உண்டாக்கவல்ல தூண்டும் சக்தியாகச் சூரிய ஒளி விளங்குகின்றது.

நாம் காணும் சூரிய வெளிச்சம் என்பது 750 முதல் 400 வரை யிலான மில்லிமைக்ரான் (Millimicron) அளவுள்ள அலை நீளங் களைப் பெற்றவை. பொதுவாக இதில் ஊதா, கருநீலம், நீலம் பச்சை, மஞ்சள், ஆரஞ்சு, சிவப்பு ஆகிய ஏழு வண்ணங்கள் உள்ளன. இதைத் தவிர, புற ஊதாக் கதிர் (Ultraviolet ray), சிவப்புக் கீழ்க்கதிர் (Infra red ray) ஆகியவை உள்ளன. இதில் புற ஊதாக்கதிர் தாவரங்களுக்கு அவ்வளவு முக்கியமானதல்ல. எனினும், ஆன்தோஸயானின் (Anthocyanin) போன்ற நிறக் கணிகங்களை உண்டாக்கவும், ஹார்மோன் (Harmones) உற்பத் திக்கும், தூண்டல் இயக்கங்களுக்கும் (Phototropic movements) புற ஊதாக்கதிர் உதவுகிறது. சிவப்புக் கீழ்க்கதிர் வேதிச்செயல் களைத் தூண்டுவதற்கேற்ற ஆற்றல் பெற்றதாக இல்லை. ஆனால் வெப்பம் விளைவிக்கும் தன்மையில் சூழ்நிலையியலில் முக்கியத்வம் வாய்ந்தது. தண்டின் வளர்ச்சியிலும், விதை முளைத்தலிலும் சிவப்புக் கீழ்க்கதிர் தூண்டும் தன்மை வாய்ந்தது.

வெளிச்சமும், அடுக்குத் தாவரக் கூட்டமும் (Light and layer vegetation) இலைகளின்மேல் விழும் வெளிச்சத்தில் 10 சதமே அவைகள் பயன்படுத்துகின்றன; எனவே பெரும்பான்மையான வெளிச்சம் இலைகளிடைப் புகுந்து வெளியாகிறது.

மாறுப் பசுமைக் கூம்புத் தாவரங்களில் (Evergreen coniferous forests) இலையால் வடிகட்டப்படும் ஒளியால் எவ்விதப் பயனும் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால் குளிர் இலையுதிர் காடுகளில் (Winter-deciduous forests) இங்ஙனம் இலைகளிலிருந்து வடிக்கப்படும் ஒளி முழு ஒளியினின்றும் மாறுபடுகிறது. இதில் சிவப்பு ஒளிக் கதிர்கள் அதிகமாகவும் நீலம், ஊதா ஒளிக்கதிர்கள் குறைவாகவும் உள்ளன. ஒரு தாவரத் தொகுதியில் ஒரு குறிப்பிட்ட தாவரத் திற்கு எவ்வளவு ஒளி கிடைக்கவேண்டும் என்பது அதைச் சுற்றி யுள்ள தாவரங்களைப் பொறுத்தது. காட்டில் உள்ள உயரமான மரங்களே முழு அளவில் சூரிய ஒளியைப் பெறுகின்றன. இம் மரங்களின் உச்சிப் பரப்பு, ஒளியில் 20 சதம்வரைக் குறைக்கிறது. மரங்களுக்குக் கீழே உள்ள புதர்ச் செடிகளுக்கும், சிறு செடி களுக்கும் தரைமேல் காணும் பூவாத் தாவரங்களுக்கும் படிப்படி யாகக் குறைந்த சூரிய ஒளியே கிடைக்கிறது.

நிலக்கிடக்கையும் சூரிய ஒளியும் (Topography and sun light) நிலத்தில் உள்ள சரிவின் நோக்கு (Direction of slope) சூரிய ஒளி யின் செறிவையும், நாளின் ஒளிக்காலத்துவத்தையும் நிர்ணயிக் கிறது.

நீரும் சூரிய ஒளியும் (Water and sun light) நீருக்குள் இருக்கும் தாவரங்கள் நலிந்த (Weak) ஒளி வீச்சையே பெறுகின்றன. நீர்ப் பரப்பிலேயே ஒளி பிரதிபலித்துவிடுகிறது ஒரு பகுதி மேல் மட்ட நீர்ப் பகுதியால் உறிஞ்சப்படுகிறது. நீரின் ஆழம் அதிக மாக ஆக ஒளிச்செறிவு குறைகிறது. நீர் கலங்கிய தன்மை (Turbidity) உடையதாக இருந்தால் ஒளியை வடித்துவிடுகிறது. நீரில் காணும் பரப்பு உயிர்கள் (planktons) ஒளியை மாற்று கின்றன.

நிலவின் ஒளியில் சில விதைகள் முளைக்கின்றன. அது இலை களில் மாவு நீர்ப்பகுப்பு (Starch hydrolysis) நடைபெற உதவு கிறது. பருப்பு வகைத் தாவரங்களில் (Legumes) இலை இயக்கங் களை ஏற்படச் செய்கிறது. கடற்பாசிகளில் பால் செயல்களைத் (Sexual activities) தூண்டுகின்றது.

தாவரங்களுக்கு ஒளியின் முக்கியத்வம் (Importance of light to plants), சூரிய வெளிச்சம் தாவரங்களின் பல வேலைகளைப் பாதிக்கின்றது. வெப்பநிலையின் இயல் மதிப்பைப்போல் (Cardi-nal values) ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும், ஒவ்வொரு வேலைக்கும். வாழ்க்கை வட்டத்தின் நிலைக்கும் தகுந்தவாறு, சூரிய ஒளியின் தேவை மாறுபடுகிறது.

1. ஒளிச் சேர்க்கை. தண்டுத் தொகுப்பின் அமைப்பே திறமை மிக்க ஒளிச்சேர்க்கை செய்தற் பொருட்டே ஏற்பட்டது ஆகும். தாவரங்களின் பல வளர் உருவங்களும் (Habits) இலையடுக்கங்களும் (Phyllotaxies), இலைகளை நிறைந்த அளவு சூரிய வெளிச்சம் படுமாறு தாங்கிப் பிடித்தற்குரிய வழிகளாகும்.

2. சுவாசித்தல்: சூரிய ஒளியின் உதவியைக்கொண்டு தயாரித்த உணவே ஆக்ஸீகரணம் (Oxidation) செய்யப்பட்டு, அவை எளிய பொருள்களாக மாற்றப்படும்போது ஆற்றல் வெளியாகிறது. இந்த ஆற்றலே தாவரங்களின் வாழ்விற்கு இன்றியமையாத வளர்சிதை மாற்றங்கள் (Metabolism) சரிவர நடைபெற உதவுகிறது.

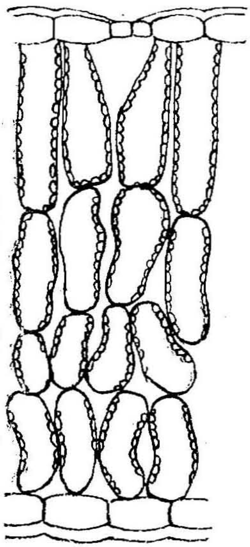
3. வளர்ச்சி: சுவாசித்தல்மூலம் செலவாகிய உணவுப் பொருள் போக, எஞ்சியுள்ள உணவுப் பொருளே வளர்ச்சிக்கு உதவுகிறது. எனவே, ஒளிச்சேர்க்கையின்மூலம் அதிக அளவில் உணவு தயாரித்தால்தான் வளர்ச்சி காண முடியும்.

ஒளித் தாவரங்களும் நிழற் தாவரங்களும் (Heliophytes and Sciophytes): சூரியஒளி நன்குகக் கிடைக்கும் இடங்களில் வாழும் தாவரங்களை ஒளித்தாவரங்கள் என்றும், குறைந்த ஒளிச்செறிவுடைய இடங்களில் வாழும் தாவரங்களை நிழற்தாவரங்கள் என்றும் கூறுகிறோம். சிலதாவரங்கள் நேரிடையான சூரிய வெளிச்சத்தில் வளர்ந்தாலும், நிழலிலும் வளரும். இவைகளுக்குக் குறைநிழற் தாவரங்கள் (facultative sciophytes) என்று பெயர். இங்ஙனம் நிழலில்வளராத ஒளித் தாவரங்களுக்கு முழு ஒளித் தாவரங்கள் (obligative heliophytes) என்றுபெயர். குரோடன்ஸ் ஸ்பார்ஸிஃபுளோரஸ் (Crotons parsiflorus), வின்கா ரோஸியா (Vinca rosea) போன்றவை ஒளித் தாவரங்கள், ஓபியோபோகன் (Ophiopogon), டார்ஸ்டீனியா (Dorstenia) போன்றவை நிழற் தாவரங்களுக்கு உதாரணங்களாகும்.

மிதந்த சூரிய ஒளியால் தாவரங்களுக்குச் சில தீமைகள் ஏற்படுகின்றன. அதிக நீராவிப் போக்கு, வெப்பநிலை அதிகரிப்பு முதலிய தீமைகள் ஏற்படுகின்றன. இத்தீமைகளைத் தவிர்க்கும் பொருட்டுத் தாவரங்களிற் சில தக அமைவுகள் ஏற்பட்டுள்ளன.

1. சூரிய வெளிச்சம் அதிகமாக இருக்கும்பொழுது பசுங் கணிகங்கள் தளமட்டத்தில் இல்லாமல் நேர்செங்குத்து வரிசையில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். (படம் 22). லாக்டுகா செர்ரியோலா (Lactuca serriola) போன்ற தாவரங்களில் இலைகள் நேர்செங் குத்தாக அமைக்கப்பட்டிருக்கும்.

2. மிகுதியான சூரிய வெளிச்சத்தினால் பச்சயத்தின் அளவு குறைகிறது. இதனால் குறைந்த அளவு வெளிச்சம் உறிஞ்சப் பட்டு மீதி சிதறி விடுகின்றது. இங்ஙனம் மீதியான ஒளி வெப்பமாக மாறித் திசுக்களில் உள்ள நீர்ச் சமநிலையையும் ஒளிச்சேர்க்கை சுவாசித்தல் சமநிலையையும் பாதிக்கிறது.



படம். 22

அல்லிபோனியா வீனியாரிஸ் வெளிச் சத்தில் வளரும் செடி பசுங்கணிகங்கள் பேலிஸேடு செல்களின் செங்குத்துச் சுவர்களில் அமைந்துள்ளன.

3. **ஒளிச் செறிவு** (Light intensity): நிறக் கணிகங்கள் (Coloured pigments) உண்டாவதை நேரிடையாகப் பாதிக் கிறது. ஒளிச் செறிவு அதிகமாக இருக் கும்போது நிறக் கணிகங்கள் செல்களின் மேற்பரப்பில் இருந்து, கீழ்த்திசைக்கு வராவண்ணம் பிரதிபலிக்கும் திரையாக (Reflecting screen) அமைகிறது.

4. அதிகமான ஒளிச்செறிவு அதிக அளவிலான ஆவிப்போக்கை உண்டு பண்ணுகிறது. ஒளி இலைகளில் உள்ள காப்பு செல்களைத் (Guard cells) திறக்கச் செய்து பிளாஸ்மா சவ்வின் (Plasma memberane) உட்புகு திறனை அதிகரிக் கிறது.

5. பாசிகளுக்குக் கிடைக்கும் ஒளியில் 25 சதம் சர்க்கரை தயாரிப்பதில் பயன்படுத்துகின்றன. ஆனால், நிலம் வாழ்த் தாவரங்கள் (terrcstrial plants) கரியமிலவாயு, தண்ணீர் முதலிய வரம்பிடு காரணிகளால் (limiting factors) 1 சதம் ஒளியைத்தான் பயன் படுத்துகின்றன. மீதி ஒளி உட்புகுகிறது, அல்லது பிரதிபலித்து விடுகிறது. உட்புகுந்த ஒளியில் 2/3 பங்கு உறிஞ்சப்பட்டு வெப்ப ஆற்றலாக மாற்றப் படுகிறது. பிறகு இது கதிர்வீச்சின் (Radiation) மூலமாக நீரை ஆவியாக்கப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

6. கிடைக்கக்கூடிய சூரிய ஒளியின் அளவைப் பொறுத்துத் தாவரங்களில் உள்ள உருவமும் அமைப்பும் பெரிதும் பாதிக்கப் படுகின்றன. ஒளிச்செறிவு மிகுந்துள்ள இடங்களில் வளரும் தாவரங்களில் குட்டையான கணுவிடைப் பகுதிகளும், தடித்த உறுதியான தண்டுப்பகுதியும், அதிக எண்ணிக்கையில்

கிளைகளும், தடித்த இலைப்பரப்பும், நீண்டு பரந்த வேர்த்தொகுப்பும் காணப்படும்.

7. இலைகளின் உள்ளமைப்பிலும் பல மாறுதல்கள் நிகழ்கின்றன. இலைகளில் சிறிய செல்களும், சிறிய இலைத்துளைகளும், சிறிய நரம்புத் தீவுகளும் (Vein islets) தடித்த குயூடிக்ளும், சிறிய குறைந்த பசுங்கணிகங்கள் அமைந்த பேலிசேடும், நலிந்த ஸ்பான்ஜி பேரென்கைமாவும் சிறிய செல் இடைப்பகுதிகளும் காணப்படும். மற்றும் குறைந்த பச்சயம், அதிகமான கரோடின்கள் (Carotenes), குறைந்த ஒளிச்சேர்க்கை வீதம், அதிகமான சுவாசித்தல் வீதம், அதிக ஆவிப்போக்கு, அதிகமான உப்புக்கள், சர்க்கரைகள், சவ்வூடு பரவல் அழுக்கம், அதிகமான கரி/நைட்ரஜன் விகிதம், அதிகமான மலர்களும் கனிகளும் முதலிய பண்புகள் ஒளிச்செறிவு அதிகமான இடத்தில் வளரும் தாவரங்களில் காணப்படும்.

8. **விதைமுளைத்தல் :** வெர்பாஸ்கம் தாப்ஸஸ் (Verbascum thapsus), லாக்டுகா ஸாடைவா (Lactuca sativa), பாவ்லோனியா டொமென்டோஸா (Paulownia tomentosa) ஆகியவற்றின் விதைகள் ஒளியின் தூண்டுதலின்றி முளைக்கமாட்டா. கேரட் (Daucus cerota), ருமெக்ஸ் கிரிஸ்பஸ் ((Rumex crispus), பைஸியா அபைஸ் (Picea abies) ஆகியவற்றின் விதைகள் வெளிச்சத்தினால் நன்றாக முளைக்கின்றன. வானிலா.ஃபிரேக்ரன்ஸ் (Vanilla fragrans). பிரைமுலா ஸ்பெக்டாபிளிஸ் (Primula spectablis) அல்மஸ் அமெரிகானா (ulmus americana), குகர்பிடேசிக் (cucurbitaceae) குடும்பத் தாவரங்களின் விதைகள் ஆகியவை இருட்டில் நன்றாக முளைக்கின்றன.

இனப் பெருக்கம்: போதிய அளவு வெளிச்சம் இன்றேல் பூப்பது தாமதமாகும். பூஞ்சையின் இழைகள் இருட்டில் நன்றாக வளர்ந்தாலும் இனப் பெருக்கு உறுப்புக்கள் வெளிச்சத்தில் நன்றாக வளருகின்றன.

நேரிடையான சூரிய வெளிச்சத்தினால் பச்சயமற்ற தாவரங்களான பாக்டீரியா முதலியன கொல்லப்படுகின்றன. இதற்குக் காரணம் சூரிய ஒளியில் உள்ள புற ஊதாக் கதிர்களே. இப் பண்பினை பொதுக்கட்டிடங்கள், குடிநீர், நீச்சல்குளம் முதலியவற்றைச் சுத்தப்படுத்தப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

ஒளிக்காலத்துவம் (photo periodism): ஒரு நாளில் சூரிய ஒளி கிடைக்கும் கால இடைவெளிக்கு (time-intervel) ஒளிக்காலம் (photo period) என்று பெயர். இந்த ஒளிக்காலத்தின் அளவு தாவரங்களின் இனப்பெருக்கத்திற்கு மிகவும் உதவுகிறது. ஒவ்வொரு தாவரத்

திற்கும் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு ஒளிக்காலம் தேவை. அதே மாதிரி ஒவ்வொரு தாவரத்திற்கும் ஒரு தீர்வுகட்ட (critical) ஒளிக் காலம் உண்டு. தாவரங்களின் ஒளிக்காலத் தேவையை ஆதார மாகக்கொண்டு அவற்றை நீள்நாள் தாவரங்கள் (long day plants) என்றும், குறுநாள் தாவரங்கள் (Short day plants) என்றும் இருவகைகளாகப் பிரிக்கலாம். ஒரு குறிப்பிட்ட தீர்வு கட்ட ஒளிக்காலத்திற்குக் கீழே இருந்தால் மட்டுமே வளரும் தாவரங்களுக்குக் குறுநாள் தாவரங்கள் என்று பெயர். உ-ம். பால்ஸம் (Balsam), சோயா பீன்ஸ் (Soya beans), கிரைசான்திமம் (chrysanthemum) முதலியன. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு தீர்வுகட்ட ஒளிக்காலத்திற்கு மேலே இருந்தால் மட்டுமே வளரும் தாவரங் களுக்கு நீள் நாள் தாவரங்கள் என்று பெயர். உ-ம். பார்லி, ஆமணக்கு, வெங்காயம், பீட்ரூட் முதலியன. சில தாவரங்கள் ஒளிக்காலத்தினால் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இவைகளுக்கு நாள் நடு நிலைத் தாவரங்கள் (day neutrels) என்று பெயர். உ-ம். மக்காச் சோளம், மிளகாய், வெள்ளரி. தீர்வுகட்ட ஒளிக்காலம் தாவரங் களுக்குள் மாறுபட்டுக் காணப்பட்டாலும், பொதுவாக இது 12 மணி முதல் 14 மணி வரை நீள், குறுநாள் தாவரங்களுக்கு அமைந்துள்ளது. ஒளிக்காலத்தை மாற்றினால் தாவரங்களின் பூக் காலத்தை மாற்றலாம் என்று கார்னெர் (Garncr) என்பவரும் அலார்டு (Allard) என்பவரும் கண்டறிந்தார்கள். ஒளிக்கால மாறுதலினால் பல விளைவுகள் ஏற்படும்.

1. இலையுதிர் மரங்களிலும், புதர்ச் செடிகளிலும் (Shrubs) ஒளிக்கால அளவு இலை உதிர்தலையும், வளர்வடங்கிய நிலையையும் கட்டுப்படுத்துகிறது.

2. ஈரில்லமுள்ள (Dioecious) தாவரங்களில் ஒளிக்கால அள வினை மாற்றினால் பால் மாறுதல் ஏற்படுகிறது.

3. குறுகிய ஒளிக்காலம் பெரிய பீட்ரூட்டை உண்டாக்கு கிறது.

4. தாஹ்லியாவில் (Dahlia) குறுகிய ஒளிக் காலத்தில் தரைக் குக் கீழே சேமித்து வைக்கும் வேர்க் கிழங்குகளும் (Storage organs), நீண்ட ஒளிக் காலத்தில் நார் வேர்களும் (Fibrous roots) உண்டாகின்றன.

ஒளிக்கால அளவினால் பூவா உறுப்புக்களின் அளவும், உள் ளமைப்பும், கிளைத்தலும், உறுதியும், ஒட்டுண்ணிகளுக்கு நோயிற்கு இடங்கொடுக்கும் தன்மையும், நிறக் கணிகங்கள்,

முளைத்தல், ஊட்டத் தேவைகள், வேதிச் சேர்க்கை முதலியன வும் கட்டுப்படுத்தப்படுகின்றன.

4. தண்ணீர் (water) : தாவரங்களும் தண்ணீரும் (Plants and water) : தாவரங்களின் வாழ்க்கையில் தண்ணீர் மிகவும் முதன் மையான முக்கியத்வம் பெற்றுள்ளது. தண்ணீர் ஒரு நல்ல கரைப்பானாக (Solvent) இருப்பதால், மண்ணில் உள்ள கனிமங் களைக் (Minerals) கரைத்துத் தாவரங்கள் ஏற்றுக்கொள்ளத்தக்க நிலையில் வைக்கிறது. எல்லாக் கரைபொருள்களும் (Solutes) நீர் ஊடகத்தின் (Medium) மூலமாகவே தாவரங்களுக்குள் சென்று பல திசுக்களினுள்ளும் செல்கின்றன. ஒளிச் சேர்க்கையின் போது (Photo synthesis) தண்ணீர் ஒரு மூலப்பொருளாக அமைகிறது. செல்களில் 10 சதத்திற்குக் கீழே நீர் குறைந்தால் செல்கள் உயிர்வாழா. செல்களின் விறைப்புத்தன்மையைக் காக்க (Turgidity) தண்ணீர் அவசியம். விறைப்புத் தன்மை யுடைய செல்களில்தான் அவற்றின் இயல்பான வேலைகளும், செல் பகுப்பும் (cell division) ஏற்படும். செல்களில் உள்ள புரோடோபிளாசத்தின் (Protoplasm) வெப்பச் சமநிலையைத் தண்ணீர் பாதுகாக்கிறது. தண்டுத் தொகுப்பிலிருந்து நீராவிப் போக்கு (Transpiration) தொடர்ந்து இருந்துகொண்டிருப்பதால், மண்ணில் உள்ள நீர் தொடர்ச்சியாக வேர்களினால் உறிஞ்சப் பட்டுத் தாவரத்தின் மற்றப் பகுதிகளுக்கு அனுப்பப்படுகிறது. இத் தண்ணீரின் பெரும் பகுதி ஆவியாகி வீணாகிவிடுகிறது. இதில், °1 முதல் °3 சதமே வேதிச் சேர்மங்களாக (chemical compounds) மாறுகிறது.

வளி ஈரம் (Atmospheric Moisture) : வளி மண்டலத்தில் காற்றில் உள்ள கண்ணுக்குத் தெரியாத நீராவியின் அளவு காற் றீரப்பசை (relative humidity) எனப்படும். இந்தக் காற்றீரப்பசை சூரியக் கதிர்வீச்சின் ஆற்றலையும், ஆவிப்போக்கு விகிதத்தையும் குறைக்கிறது. இதைத் தொற்றுத் தாவரங்கள் பயன்படுத்து கின்றன.

மண்ணீரம் (Soil Moisture) மண்துகள்களிடையே சிறு துளை கள் (pores) இருப்பதால் நீரைத் தன்னுள் அனுமதிக்கிறது. அதில் ஒரு பகுதியை வைத்துக்கொண்டு மீதியை ஆவியாகப் போகவிடுகிறது, தாவரங்களற்ற திறந்த வெளிகளில் மண் ணீரம் அதிகமாக இருக்கும். மண்ணீரத் தொடர்புகளில் நுண் துளைகளின் வழியே கசிதல் (infiltration), இருக்கும் நிலை (State of existence), மண்ணில் நீரோட்டம் இவை மூன்றும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புள்ளவை, மண்ணில் உள்ள நீர் பல விதங்களாகக் காணப்படும்.

a. **புவியீர்ப்பு நீர்** (Gravitational water) : பெரிய மழைக்குப் பிறகும், நீர் பாய்ச்சுதலுக்குப் பின்பும், மண் பரப்பு தற்காலிக மாக நீரால் நிறை கரைசல் (Saturated) ஆக்கப்படுகிறது. புவி யீர்ப்பு ஆற்றலினாலும் நுண்துளை ஏற்றுத் திறனாலும் (capillarity) மண் நிறை கரைசல் அடைந்த பகுதியில் இருந்து நீர் கீழே இறங்குகிறது. ஈர மண்ணில் புவியீர்ப்புத் தூண்டுதலால் கீழிறங்கும் நீர் புவியீர்ப்பு நீர் (Gravitational water) எனப்படும். மழை அடுத்தடுத்துப் பெய்தால் இந்த நீர் தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கும்; இன்றேல் இது சில நாட்களில் வேர்களுக்கு எட்டாமற் சென்றுவிடும். மண்ணின் ஆழத்தில் நிரந்தரமான நிறைகரைசல் பகுதியில் காணப்படும் நீருக்கு நிலநீர் (ground water) என்று பெயர். நிலநீரின் மேற்பரப்பிற்கு நிலநீர் மட்டம் (water table) என்று பெயர்.

b. **நுண் துளை நீர்** (Capiliary water) : புவியீர்ப்பு நீர் மண் ணின் மேல் அடுக்குகளிலிருந்து (surface layers) வடியும்போது அது மண்துகள்களைச் சுற்றிலும், அவற்றிற்கு இடையேயுள்ள நுண்துகள்களிலும் நீர்ப்படிவமாக (thin film) உள்ளது. இதற்கு நுண்துளைநீர் என்று பெயர். இது புவியீர்ப்பினால் எவ்விதமான மாற்றமும் அடைவதில்லை. தாவரங்கள் தங்களுக்கு வேண்டிய நீரையெல்லாம் நுண்துளை நீரிலிருந்துதான் எடுத்துக்கொள்ளு கின்றன.

c. **ஈரப்பசை நீர்** (Hygroscopic water) : மண் பரப்பில் ஆவிப் போக்கின் ஆற்றலினாலும், வேர்கள் உறிஞ்சுவதினாலும், மண் ணில் உள்ள நுண்துளைநீர் படிப்படியாகக் குறைகிறது. மண் துகள்களிடையே உள்ள நீர் குறையக்குறைய, மண் துகள் களுக்கும் நீருக்கும் உள்ள ஈர்க்கும் ஆற்றல் அதிகமாகிறது இறுதியில் மீதி இருக்கும் சிறிதளவு நீர் திரவமாக இராமல் எவ்விதமாகவும் செயலாற்றும் திறனற்றுப் போய்விடுகிறது. இதற்கு ஈரப்பசை நீர் என்று பெயர். இந்நீரின் ஒரு பகுதியைத் தான் தாவரங்கள் உறிஞ்ச முடியும். வறட்சிக் காலத்தில் (Draught) ஈரப்பசை நீர் முழுவதும் ஆவியாகப் போகலாம். இது வளி மண் டலத்தின் ஆவி அழுக்கத்திற்குச் (Vapour pressure) சமநிலையாக இருக்கிறது, ஆகையால் இது காற்றீரப்பசை 100 சதமாக இருக் கும்போது உயர்ந்த பருமனை அடைகிறது, இதற்கு காற்றீரப் பசை ஈவு (hygroscopic co-efficient) என்று பெயர்.

d. **ஒன்று சேர்ந்த நீர்** (combined water) : காற்றீரப்பசை நீர் சாதாரண வளிக்காரணிகளால் முழுவதும் ஆவியாக மாறுவ தில்லை. ஏனெனில், காற்றீரப்பசை எப்பொழுதும் ஒன்றுமில்லா மல் போவதில்லை. ஆனால் மண்ணை 105 °c வெப்ப நிலைக்குச் சூடு

படுத்திஞல் காற்றீரப் பசையையே இல்லாமற் செய்யலாம். இந்த வெப்ப நிலையில் காற்றீரப்பசை நீர் போய் ஹைட்ரேட் ஆக்ஸைடுகளான அலுமினியம், இரும்பு, ஸிலிகான் (Hydrated oxides Aluminium, iron, silicon) முதலியவை எஞ்சி நிற்கும்.

நீர் வாயு (water rapour) : மண்துகள்களிடையே நுண்துகள் உள்ளன. இவற்றில் நீர் நிறைந்திருக்கும் அல்லது மண்வளி மண்டலத்தில் (Soil atmosphere) நீர் வாயும் சேர்ந்திருக்கும்.

e. நில நீர் ஓட்டம் (Movements of soil water) : புவியீர்ப்பு நீர் கீழ்நோக்கிக் கசிவது மண்ணின் நிரைகரைசல் தன்மையையும், நுண்துளைகளின் எண்ணிக்கை அளவு, தொடர்ச்சி ஆகியவற்றையும் பொறுத்தது. புவியீர்ப்பு நீர், நில நீர் மட்டத்தை அடைந்தவுடன் நிலநீராக ஆகிறது, அந்த இடத்தின் சாய்விற்குத் (Slope) தகுந்தவாறு நிலநீர் நகர்ந்து செல்கிறது. நிலநீர் மட்டம் எல்லா இடங்களிலும் ஒரே மாதிரியாக இருப்பதில்லை.

ஓர் இடத்தில் உள்ள தாவரங்களுக்குத் தக்கவாறு அவ்விடத்தின் நில நீர்மட்டம் உள்ளது. ஓரிடத்தில் அதிகமான எண்ணிக்கையில் தாவரங்கள் இருந்தால் அவை நிலத்தில் உள்ள நீரை உறிஞ்சுவதால் நில நீர்மட்டம் குறைகிறது. நில நீர்மட்டம் ஆழம் அதிகமில்லாத இடங்களில் உள்ள மரங்களை வெட்டி விடுவதால், அம் மரங்கள் நிலத்தில் உள்ள நீரை உறிஞ்சாமல், அவ்விடத்தில் நீர் தேங்கிச் சதுப்பு நிலமாக மாறுகிறது.

சீரின்றிப் பெய்யும் மழையிஞல் நில நீர்மட்டம் பல இடங்களிலும் பலவிதமாகக் காணப்படும். நில நீர்மட்டம் மழைக்காலம் ஆரம்பிக்கும் முன், மிகவும் குறைவாகவும், மழைக்காலம் முடியும்போது மிகவும் அதிகமாகவும் காணப்படும். நில நீர்மட்டத்தின் அளவு நிலச்கிடக்கையையும் (Topography) பொறுத்தது.

நிலையான வாடல் வீதம் (Permanent wilting percentage) : தாவரத்தின் வேர் நன்ருக ஊன்றியுள்ள நிலத்தில் தண்ணீர் ஊற்ருமல் விட்டுவிட்டால், தாவரம் நீரை உறிஞ்சுவதிஞல் நுண்துளைநீர் வெகுவாகக் குறைந்துவிடுகிறது. இதஞல் தாவரம் நீரை உறிஞ்ச முடிவதில்லை. தாவர செல்களில் நீர் குறைவதால், அவற்றின் விறைப்புத் தன்மையை இழந்து தாவரம் வாடி விடுகிறது. முதலில் நண்பகலில் முதிர் இலைகள் (mature leaves) வாடுகின்றன. பிறகு தாவரம், மீள முடியாத நிலைக்கு வாடிவிடுகிறது. இதற்கு நிலையான வாடுதல் (Permanent wilting) என்று பெயர். இந்த நிலையில் மண்ணில் அமைந்துள்ள நீர் வீதத்திற்கு நிலையான வாடுதல் வீதம் அல்லது வாடுதல் ஈவு (wilting coefficient) என்று பெயர். மண்ணின்

நயத்தைப் பொறுத்து வாடல் வீதம் 1 முதல் 15 சதம்வரை உள்ளது. இந்த அளவிறகுள் ஈரப்பசை நீரும், ஓரளவு உள் நுண்துளைநீரும் (inner cepillary water) அடங்கும்.

மெதுவான வளர்ச்சியினால் தாவரங்கள் மண்ணில் உள்ள நீரை நிலையான வாடுதல் வீதத்திற்குக் கொண்டு வருகின்றன. ஏனெனில் வளர்வடங்கிய (dormant) அல்லது இறந்த வேர்களில் திரியில் எண்ணெய் ஏறுவதுபோல் மேலே நீர்கொண்டு செல்லப் படும். எனவே, நிலையான வாடுதல்வீதம் என்பது முற்றிலும் கிடைக்காத நீர் அல்ல. மண்ணின் ஈரம் நிலையான வாடுதல் வீதத்திற்குக் குறையும்வரை, தாவரங்களின் வளர்ச்சியும், மற்ற வேலைகளும் நின்று விடுவதில்லை. இதற்கு அதிகமாக உள்ள நீர், வளர்ச்சி நீர் (growth water) அல்லது நன்றாகக் கிடைக்கும்நீர் (readily available water) எனப்படும். சூழ்நிலைக் குறிக்கோளின் படி வளர்ச்சி நீரில்லாத மண் ''வறண்ட'' மண்ணாகக் கருதப் படும்.

கனமான மண்ணில் அதிகமான நிலையான வாடல்வீதம் இருக்கும். எனவே, இது வறண்டபின், வேர்கள் இருக்கும் மட்டம்வரை ஈரம் இருக்கச் செய்யத் தண்ணீர் அதிக அளவில் வேண்டும். சதைப் பற்றுள்ள வேர், தண்டு, இலை கனிகளைக் கொண்டுள்ள தாவரங்கள், மண்ணின் ஈரம் நிலையான வாடுதல் வீதத்திற்குக் குறைந்த பிறகுதான் வாடுதலுக்கான அடையாளம் காட்டுகின்றன. பல பல்லாண்டுத் தாவரங்கள் தங்கள் ஆவிப் போக்கை வெகுவாக நிலையான வாடல் வீதத்திற்குக் குறைத்துக் கொள்ளுகின்றன. இதனால் ஆவிப் போக்கு உறிஞ்சுவதைவிட அதிகமாவதில்லை. எனவே, தாவரங்கள் நீரின்றி இறத்தல் பல நாட்களுக்கு ஒத்திப்போடப்படுகிறது. சூழ்நிலைப் போக்கில் நிலையான வாடுதல் மண்ணீர நிலை எண்ணில் (Soil Moisture constant) முக்கியமானது. மண்ணில் உண்மையாக உள்ள நீரின் அளவை நிலையான வாடல் வீதத்திலிருந்து கழித்தால் தாவரவேர்களுக்குக் கிடைக்கும் நீரின் அளவு தெரிந்துவிடும்.

தாவரங்களும் மண்ணீரமும்: தாவரச் சூழலுக்கு மண்ணீரம் பலவழிகளில் மிகவும் முக்கியமானதென்று அறிகிறோம்.

1. மண்ணீரம் விதை முளைத்தலுக்கு அவசியம்.

2. தாவரங்களின் வேர்/தண்டு வீதம் மண்ணீரம் குறைந்தால் அதிகமாகும்.

3. ஆழம் குறைவாக அமைந்த வேருடைய தாவரங்கள் காற்றின் நேர் வேகத்தினால் பாதிக்கப்படுகின்றன; உழுவதினால் காயமுறுகின்றன; மண்ணின் வறட்சிக்கும் முடுபனிக்கும்

மாறும்தன்மையுடையன. வேர்த்தொகுப்புக் கூட்டமாகவும் குன்றியும் இருப்பதால் தண்டுத் தொகுப்புச் சிறியதாக உள்ளது.

4. குறை கரைசலாயுள்ள மண்ணில் (unsctuurated soils) தண்டின் வீரியம் அதில் உள்ள நீரின் அளவைப் பொறுத்தது.

5. குறைந்த தேவையை ஒப்பிட்டு, தாவரங்களுக்கு வேண்டிய அளவு ஈரத்தை நிலையாகக் குறிக்கலாம்.

6, பல்வேறு தாவரங்களுள்ளும் அதிகமான ஈர அளவு தாங்கும் ஆற்றல் வேறுபடுகிறது.

7. மண்ணீரம் மண்ணில் உள்ள நோய் விளைவிக்கும் உயிரினங்களைப் (pathogenic organisms) பெரிதும் பாதிக்கிறது.

நிலத் தாவரங்களுக்குள்ள நிலச் சமநிலைப் பிரச்னை (The water balance problem of Land plants : பரிணாம மட்டத்தின் கீழ்நிலையில் உள்ள தாவரங்கள் கடலில் தோன்றியதால், ஆவிப்போக்கு, வாடுதல், வறட்சி போன்ற சாதகமற்ற நிலைகளே இல்லாமல் இருந்தன. நீர் நிறைகரைசலுக்கேற்ற இந்த புரோடோபிளாசத்தை நீர் ஊடகம் (Watery medium) உண்டாக்கியது; தாவரங்கள் பின்னர் நிலத்தில் வாழ ஆரம்பித்தபொழுது புரோடோபிளாசம், உயிர்ச் செயல்களைச் செய்யும் அளவிற்கு நீரின் அளவைத் தன்னகத்தே வைத்திருக்கவேண்டிய கட்டாயம் ஏற்பட்டது. தரைச் சூழலில் தாவரங்கள் தொடர்ச்சியான நீர் இழப்பினைத் தாங்கிக் கொள்ள வேண்டும். அதனால் புதுச் சூழலுக்கேற்ற தக அமைவுகள் (adaptations) ஏற்பட்டபின், நிலம் நோக்கி நகர்வது (Migration towards land) சாத்தியமாயிற்று.

ஆவிப்போக்கினால் ஏற்பட்ட இழப்பிற்கும் நிலத்திலிருந்து நீரை உறிஞ்சுதலுக்கும் உள்ள தகுந்த சமநிலைக்கான தகஅமைவுகள் இருவழிகளில் ஏற்படும். ஆவிபபோக்கின் தொல்லையைக் குறைக்க குயூடின் (Cutin) சூபெரின் (Suberin) படிந்த திசுக்களை உண்டாக்குகின்றன. நிலத்திலிருந்து நீரை நன்றாக உறிஞ்சும் வண்ணம் வேர்களும் மற்ற உறுப்புகளும் அமைந்துள்ளன. நீர்த்தாவரங்களுக்கு நீர் எளிதில் கிடைக்கும். ஆனால் நீர் வடிந்த மண்ணில் வாழும் தாவரங்களுக்கு நன்றாகக் கிளைத்த வேகமாக வளரும் வேர்த்தொகுப்பு ஓடாத (Immobile) வளர்நீரை உறிஞ்சும் வண்ணம் அமைந்துள்ளது.

தாவரங்களின் அமைப்பு எந்த ஒரு தனிக் காரணியையும்விட நீர்ச் சமநிலைக் காரணியால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றது.

நிறை ஈரச் சூழலில் (Optinum conditions) வளரும் தாவரங்களை விட விரும்பத்தகாத நீர்ச் சமநிலையில் (unfavourable water balance) வளரும் தாவரங்களுக்குக் கீழ்க்கண்ட பண்புகள் அமைந்துள்ளன.

புற அமைப்பியல் பண்புகள் (Morphologic features) குன்றிய தண்டுத் தொகுப்பும் (Nannisms) அதிக அளவிலான வேர்த் தொகுப்பும், இலைகளில் சிறிய செல்களும், தடித்த குயூடிக்ளும் (Cuticle) செல் சுவர்களும், நன்கு வளர்ச்சியுற்ற பேலிசேடு பேரன்கைமாவும் (Palisade parenchyma) குறைந்த ஸ்பான்ஜி பேரென்கைமாவும் (spongy parenchyma), குறைந்த நெளிவுகளுள்ள புறத்தோல் சுவர்களும் (epidermal walls), சிறிய செல் இடைவெளிப் பகுதிகளும் intercellular spaces) சிறிய சைலம் (Xylem) செல்களும் காணப்படும்,

செயலியல் பண்புகள் (Physiologic features) அதிக ஆவிப் போக்கும், அதிக ஒளிச் சேர்க்கையும், குறைந்த அளவு மாவு/சாக்கரை வீதமும், அதிகச் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தமும் (Osmotic pressure) குறைந்த புரோடோபிளாசத்தின் பாகுத்தன்மையும் (Viscosity) அதிகமான அளவில் வாடல் எதிர்ப்பும் (resistence wilting) கனியும் தாவரங்களில் காணப்படும்.

தாவரங்களின் வகைபாடு: சூழ்நிலை அறிஞர்கள் நீரின் தேவையைப் பொறுத்துத் தாவரங்களை வகைபாடு செய்துள்ளனர். கி.பி. 1895ஆம் ஆண்டில் பேரறிஞர் ஈ. வார்மிங் (E. Warming) நீரின் அளவினைப் பொறுத்துத் தாவரங்களை நீர்த்தாவரங்கள் (Hydrophytes) என்றும், வறள்நிலத் தாவரங்கள் (Xerophytes) என்றும், இடைநிலைத் தாவரங்கள் (Mesophytes) என்றும் மூன்று வகைகளாகப் பிரித்துள்ளார்.

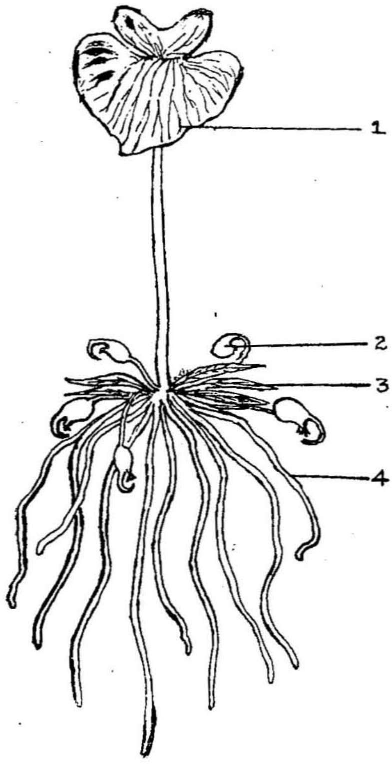
அ. நீர்த் தாவரங்கள்
(Hydrophytes)

நீரிலேயே வாழும் தாவரங்களுக்கும், மண்ணில் நீர் அதிகமாயுள்ள இடங்களில் வாழும் தாவரங்களுக்கும் நீர்த் தாவரங்கள் என்று பெயர், உலகமெங்கும் நீர்ச்சூழல் ஒரேமாதிரியாக இருப்பதால், நீர்த் தாவரங்களில் குறிப்பிட்ட சில புற அமைப்பியல் செயலியல் தக அமைவுகள் காணப்படும்.

A. புற அமைப்பியல் தக அமைவுகள் (Morphological adaptations)

1. வேரும் வேரைஒத்த உறுப்புக்களும் (Root and analogous organs)

தாவரங்கள் நீரிலேயே அல்லது நீர் அதிகமாயுள்ள இடங்களில் வாழ்வதால், நீரை உறிஞ்சுவதற்குப் பிரத்யேகமான சிறப்பு ஏற்பாடுகளோ, தக அமைவுகளோ தேவையில்லாமற் போகின்



படம். 23.

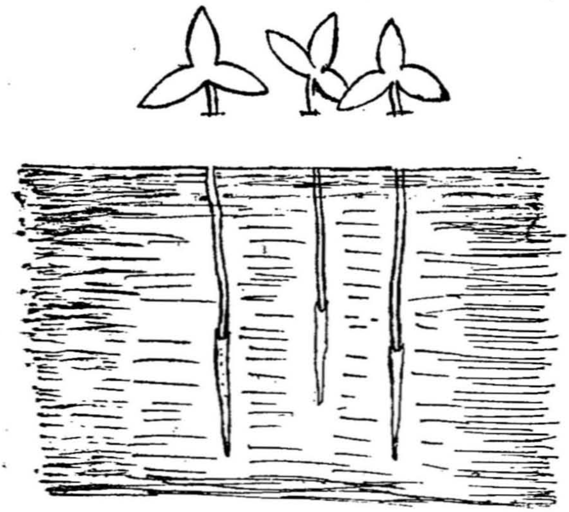
உட்ரிகுலேரியா ஹூகெரி

1. வேரற்ற செடி
2. மஞ்சரி
3. பைகள்
4. உணவு தயாரிக்கும் இலைகள்
வேர் போன்ற இலைகள்

றன. எனவே, வேர்த்தொகுப்பு பரப்பிலும், நீளத்திலும் மிகவும் குறைந்திருக்கும். வுல்ஃபியா (Wolffia), ஸெராடோபில்லம் (Ceratophyllum), உட்ரிகுலேரியா ஹூகெரி (Utricularia hookeri) என்ற பூக்கும் நீர்த் தாவரங்களில் வேர்களே இல்லை. லெம்ன

(Lemna) பிஸ்டியா (Pistia), ஹைட்ரோகாரிஸ் (Hydrochoris) ஆகிய தாவரங்களின் வேர்கள் சீக்கிரத்தில் வளராமல் நின்றுவிடுகின்றன.

2. மண்ணில் வேர் ஊன்றிய தாவரங்களில்தான் வேர்த்தூவிகள் காணப்படுகின்றன.

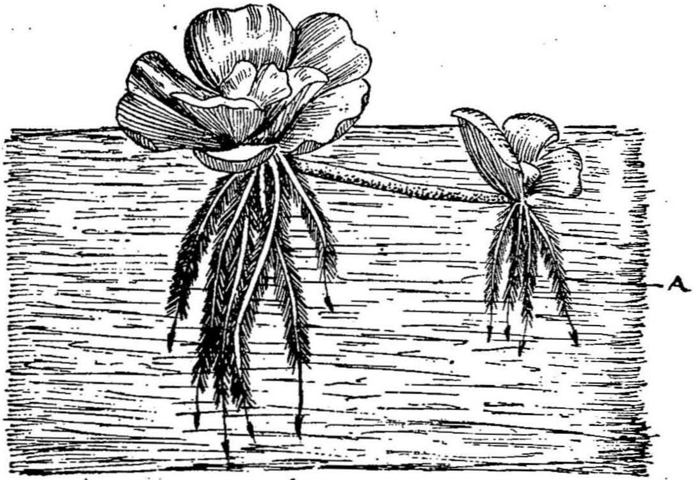


படம். 24.

லெம்னு டிரைசூல்கா—மிதக்கும் நீர்த் தாவரம்
ஒரு வேருடைய செடி

மிரியோபில்லம் (Myriophyllum), நிம்பயா வல்காரிஸ் (Nymphaea vulgaris) கால்தா பல்யூஸ்ட்ரிஸ் (Caltha palustris) ஆகிய தாவரங்களில் வேர்த்தூவிகளே இல்லை. லெமனேசீக் (Lemnaceae) குடும்பத் தாவரங்களில் கிளையும் தண்டும் சேர்ந்து ஒரு சிறிய உடலத்தினுல் (Thallus) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. அதனுல் இக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களில் வேர்கள் குறைந்து காணப்படுகின்றன. ஸ்பைரோடிலா (Spirodela) தாவரத்தில் பல வேர்களும், லெம்னுவில் ஒரே ஒரு வேரும், வுல்பியாவில் வேர்களே இல்லாமலும் இருக்கின்றன. பிஸ்டியா (Pistia) போன்ற தாவரங்களில் வேர்த்தூவிகள் இருப்பதில்லை; ஆனுல், வேர் நுனிகளில் உறைபோன்ற வேர்ப் பைகள் (Root pockets) காணப்படுகின்றன இவ்வேர்கள் இச்செடிகளை நீரில் சமநிலையில் நிற்க உதவுவதால் இவ்வேர்களுக்குச் சமநிலை வேர்கள் (Balancing roots) என்று பெயர்.

3. நீரின் அடர்த்தி (density) காற்றைவிட அதிகமாக இருப்பதால் நீர்த்தாவரங்களின் தாக்குதிறன் (Supporting capacity)



படம். 25.

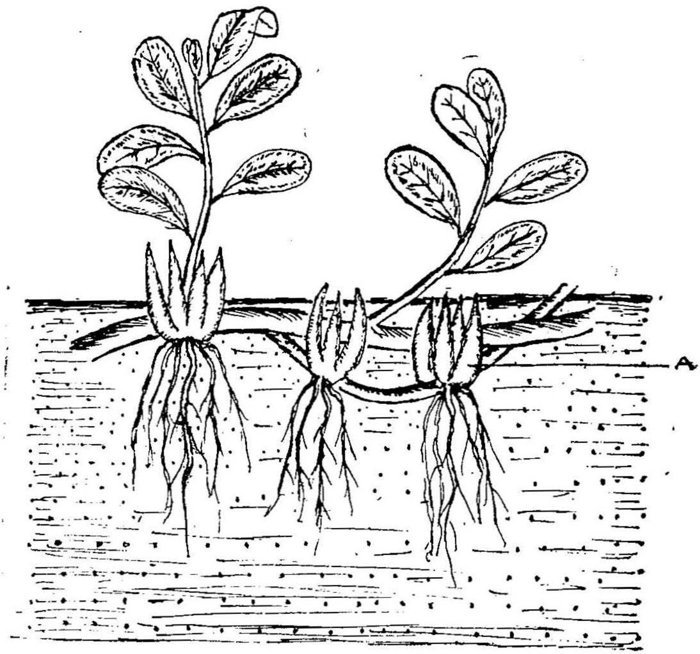
மிதக்கும் நீர்த் தாவரம்
பிஸ்டியா
ஏ — சமநிலை வேர்கள்

குறைவாக அமைந்துள்ளது இவற்றின் தண்டுகள் நீண்டு மெலிந்தவையாய் உள்ளன.

4. இலைகள் அளவிலும் (Size) பருமனிலும் (Volume) குறைந்து காணப்படும். இலைகள் பளபளப்பாக (glabrous), உரோமங்களின்றிக் காணப்படும். இலைகள் பன்முறை பிரிந்திருக்கும் (dissected) அல்லது நீண்ட ரிப்பன்போலக் காணப்படும்.

5. பல நீர்த்தாவரங்களில், குறிப்பாக மிதக்கும் நீர்த்தாவரங்களில் தண்டுத்தொகுப்பை நீரில் நேராக நிலைக்கச் செய்யவும், தாவரங்கள் மிதப்பதற்கேற்றவாறும் பல தக அமைவுகள் ஏற்பட்டுள்ளன. கடல்நீரில் வாழும் சார்காஸம் (Sargassum) ..பியூகஸ் வெஸிகுலோஸிஸ் (Fucus vesiculosis), ஆஸ்கோபில்லம் நோடோஸம் (Ascophyllum nodosum) ஹாலிட்ரிஸ் ஸிலிகுவாஸஸ் (Halidrys siliquosus) மேக்ரோஸிடிஸ் (Macrocystis) போன்ற பழுப்பு நிறப்பாசிகளில் நீரில் மிதந்து வாழ்வதற்கேற்ற காற்று மிதவைகள் (Air floats) அமைந்துள்ளன. எய்க்கோர்னியாவில் (Eichhornia) இலைக்காம்பு அகன்று காற்று உறை செல்களுடன்

இருந்து மிதவைக்கு உதவுகிறது. நெப்டுனியாவிலும் (Neptunia), இஸ்கினுமினி ஆஸ்பெராவிலும் (Aschenomene aspera) தண்டுத் தொகுப்பில் பஞ்சுத் திசுக்கள் (spongy tissue) இருப்பதால் மிதப்பது எளிதாகிறது. ஜஸ்ஸியாவில் (Jussiaea) காற்றடைத்த வேற்றிட வெளிவேர்கள் (Aerial) (Adventitious roots) மிதவைக்குப் பயன்படுகின்றன.



படம். 26.

ஜஸ்ஸியா—மிதக்கும் நீர்த் தாவரம்
A—மிதவை வேர்

6. பெரும்பாலான நீர்த்தாவரங்களில் தரைக் கீழ்த்தண்டுகளோ (underground stems), வேர்த்தண்டோ (Root stock), கிழங்குகளோ (tubers) உடைய பல்லாண்டுத் தாவரங்கள் (Perennials) காணப்படுகின்றன. இவற்றின் தரைக் கீழ்த்தண்டுகளால் இவை நீரிலும் மண்ணிலும் எளிதில் பரவி, தங்களை யொத்த தாவரங்களை எளிதில் விதையிலாப் பெருக்கத்தின் மூலம் உண்டாக்குகின்றன.

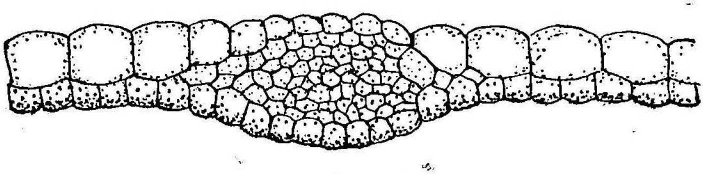
B. **உள்ளமைப்புத் தக அமைவுகள்** (Anatomical adaptations): நீர்த்தாவரங்களைச் சுற்றிலும் அதிகமான நீர் இருப்பதன் காரண மாகவும், குறைவான பிராணவாயு இருப்பதாலும் பல உள்ள மைப்புத் தக அமைவுகள் ஏற்பட்டுள்ளன.

1. புறத்தோல் (Epidermis) தண்டிலும், இலையிலும் உள்ள புறத்தோலில் குயூடின்படிவு (Cutinization) கிடையாது. இலை களின் புறத்தோல் அவைகளைச் சூழ்ந்துள்ள சீருடன் நேரடித் தொடர்பு கொண்டுள்ளதால், இலைகள் நீரை உறிஞ்சும் உறுப்புக் களாகச் செயல்படுகின்றன.

2. நீருக்குள்ளிருக்கும் இலைகளில் இலைத்துளைகளே (Stomata) இல்லை; அவைகள் இருந்தாலும் செயல் திறனுடையவைகளாய் இரா.

3. மிதக்கும் நீர்த்தாவரங்களில் இலைத்துளைகள் இலைகளின் மேற்புறத்தில் மட்டும் காணப்படும். இலையின்மேல் மெழுகு போன்ற பொருள் பூசப்பட்டிருப்பதால் இவ்விலைகளின்மேல் நீர் தேங்கி நிற்பதில்லை. அதனால் இலையின் மேற்பரப்பில் உள்ள இலைத்துளைகள் அடைபடுவதில்லை.

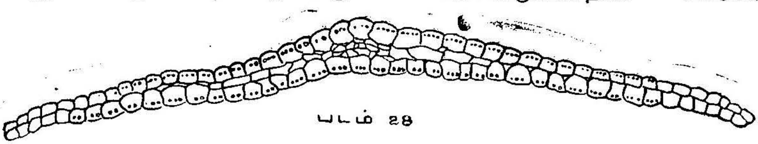
4. நீருக்குள் மூழ்கியிருக்கும் தாவரங்களின் (Submerged water plants) இலைகள் மிகவும் மெல்லியவை. இலைகளின் குறுக்குவெட்டில் இரண்டு மூன்று வரிசை செல்களே காணப்படு கின்றன. (உ-ம்.) வாலிஸ்நேரியா (Vallisneria), எலோடியா (Elodea).



படம், 27

எலோடியா இலையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

5. ஒளிச்சேர்க்கையை அதிகமாக்கக் கூடிய தக அமைவுகள் இலைகளிலும் தண்டுகளிலும் காணப்படுகின்றன பச்சயம்



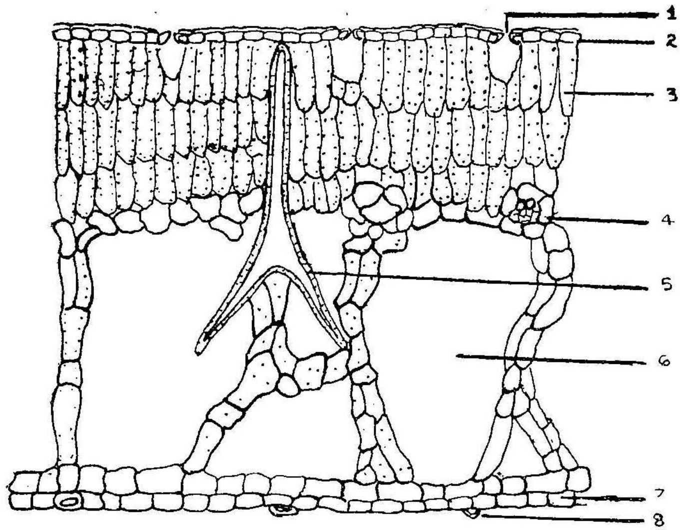
படம் 28

ஹைட்ரில்லா நீர்மூழ்கு செடி இலையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

அமைந்த திசுக்கள் நிழற் தாவரங்களில் காணப்படுவதுபோல் காணப்படுகின்றன. இலையின் புறத்தோலிலும், தண்டின் புறணியிலும் (cortex) பசுங்கணிகங்கள் காணப்படுகின்றன.

6. நீர்த் தாவரங்களின் தண்டுகளிலும், வேர்களிலும் புறணியின் அளவு அதிகமாகவும், சாற்றுக் குழாய்த் திசுக்களின் (Vascular tissue) அளவு குறைந்தும் காணப்படும். (உ-ம்,) எலோடியாவின் தண்டு.

7. **உறுதிதரும் திசுக்கள்** (Mechanical tissue): நீரின் மிதவை (bouyancy) காற்றின் மிதவையைவிட அதிகம். எனவே,



படம். 29

அல்லி இலை (Nymphaea advena)—மிதக்கும் நீர்த் தாவர இலையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

1. இலைத்துளை 2. புறமேல்தோல் 3. பேலிஸேடு பேரென்கைமா 4. சாற்றுக்குழாய்க் கற்றை 5. ஸ்கிலிரெய்டு 6. காற்று வெளி 7. கீழ்ப்புறத் தோல் 8. ஸ்லைம் சுரப்பி

இத் தாவரங்களுக்கு வேண்டிய பாதுகாப்பினைத் தண்ணீரே தருகிறது. இதற்கென்று சிறப்பான உறுதிதரும் திசுக்கள் அமைந்திருப்பதில்லை. ஓடும் நீரில் வாழும் தாவரங்களின் தண்டுகள் நீரோட்டத்தின் வேகத்திற்குத் தகுந்தவாறு வளைந்துகொடுப்பதற்காகச் சில உறுதிதரும் திசுக்கள் தண்டின் மையப்பகுதியில்

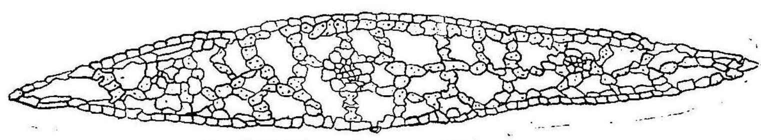
அமைக்கப்பட்டிருக்கும். சில நீர்த் தாவரங்களில் உறுதிதரும் திசுக்களான ஸ்கிளெரென்கைமா(Sclerenchyma) மிகவும் குறைந்து காணப்படும். அல்லது இதன் இல்லாமையை ஈடுகட்டச் சில சிறப்பான ஸ்கிளெரய்டுகள் (sclereids) காணப்படும்.

இதன் இலைக்காம்பில் ராபைடு படிகங்கள் (raphide crystals) காணப்படுகின்றன. இம்மாதிரி படிகங்கள் பிஸ்டியா இலைகளிலும் காணப்படுகின்றன.

8. நீர்த் தாவரங்களுக்கு நீர் எளிதில் கிடைப்பதால் இவற்றின் சாற்றுக் குழாய்த் திசுக்கள் (Vascular tissues) மிகவும் குறைவாகவே உள்ளன. நீரில் வாழும் ரேனன்குலஸ் அகுவாடிலிஸ் (Ranunculus acquatilis) போன்ற ரேனன் குலேசீக் குடும்பத் தாவரங்கள் (Ranunculeceae) இருவித்திலைத் தாவரங்களாக இருந்தாலும் சைலம் பகுதியில் வெஸல்கள் (Vessels) இல்லாமல் இருக்கும். வெஸல்களுக்குப் பதிலாக ட்ரகீடுகளே (tracheids) காணப்படும்.

9. நீர்த் தாவரங்களைச் சூழ்ந்துள்ள நீரில் பௌதிக வேதி மாற்றங்களினால் (Pphysical and chemical changes) ஏற்படும் கெடுதல்களுக்குப் பாதுகாப்பாக, பாக்டீரியா, பாசிகள், பூக்கும் தாவரங்களின் மொட்டுகள் ஆகியவற்றில் மியுஸிலேஜ் (Mucilege) பூசப்பட்டுள்ளது.

10. நீர்த் தாவரங்களின் மிதவைக்கும். உள்ளீட்டுக் காற்றோட்டத்திற்கும் (internal air circulation) காற்றடைத்த செல்கள்இலை, தண்டு, வேர், இவற்றில்காணப்படும். (படம்.30,31) இங்ஙனம் காற்றடைத்த பகுதிகள் செல்பிரிவிரிவினாலும் (Schizogenous), செல் அழிதலினாலும் (Lysigenous) ஏற்படு



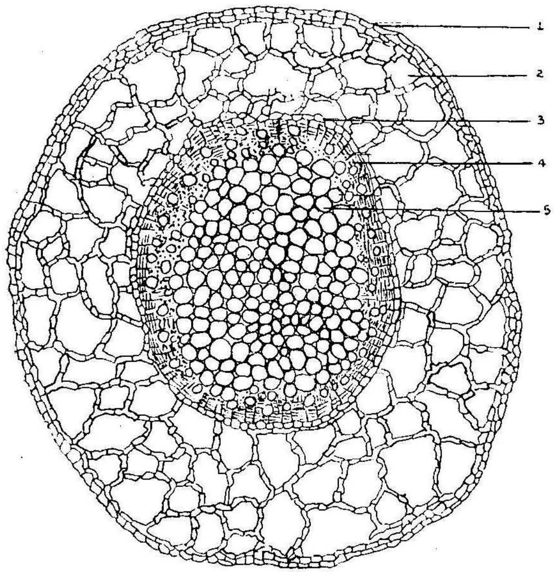
படம் 30

வாலிஸ்னேரியா—நீர்மூழ்கு செடி இலையின்
குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

கின்றன. இவைகளில் பிராணவாயுவும் கரியமிலவாயுவும் நிறைந்துள்ளதால் இது தாவரங்களுக்குள்ளே உள்வளி மண்டலமாகப் (internal atmosphere) பயன்படுகின்றது.

காற்று உள்ளீட்ட சிறப்புப் பாரென்கைமாத்திசு (aerenchyma) ஜஸ்ஸியா போன்ற சில நீர்த் தாவரங்களிற் காணப்படும்.

இத் திசு பிரத்தியேகமான பெல்லோஜென் (Phallogen) என்ற செல் படையினால் உண்டாகியது. இது தண்டின் புறத்தோலி

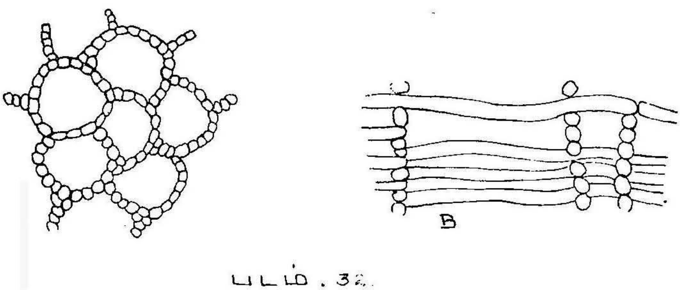


படம். 31.

ஜஸ்ஸியாத் தண்டின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

1. புறத்தோல் 2. புரியில் உள்ள காற்றுவெளி
3. எண்டோடெர்மிஸ் 4. சாற்றுக்குழாய்த் திசுக்கள் 5. பித்.

லிருந்தோ, புறணியிலிருந்தோ தோன்றும். இது ஆக்கத் திசுவாக (Meristematic tissue) இருப்பதால், இதிலிருந்து



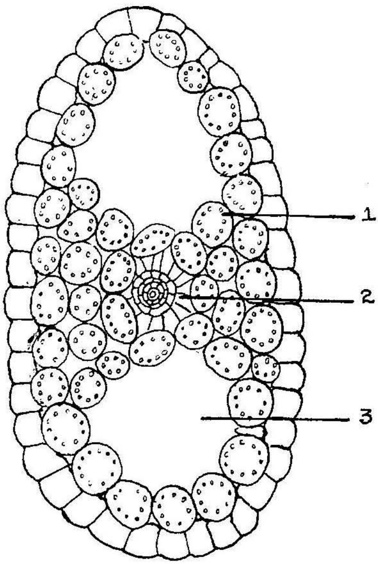
படம். 32.

A—ஹைட்ரோகாடில் தண்டில் உள்ள ஏரென்கைமா
B—ஜஸ்ஸியாவின் தண்டில் உள்ள ஏரென்கைமா

உண்டாகிய சில செல்கள் ஆரநோக்கில் (radial direction) நீண்டும், மற்றும் சில செல்கள் நீண்டுவளராமல் குட்டையாகவும் உள்ள தால் காற்று அறைகளை (air chambers) உண்டாக்குகின்றன. இக் காற்றறைகள் உள்ளிடைக் காற்றுப்பரிமாற்றத்திற்கும் (internal exchange of gas) மிதவைக்கும் பயன்படுகின்றன.

11. நீர்க்கழிவு (Excretion of water) : நீரிலேயே வாழ்வதால் தாவரங்கள் தேவைக்கு அதிகமான நீரை உறிஞ்சிவிடுகின்றன. இந்த நீரை வெளியேற்ற இலை நுனிகளில் நீர் இலைத்துளைகள் (Hydathodes) உள்ளன. இவற்றின் வழியாக நீர் கசிந்து வெளியேறுகிறது.

12. வேர், தண்டுகளில் குறுக்கு வளர்ச்சி (Sceondary thickening) மிகவும் அரிதாகவே காணப்படும்.



படம். 33.

ஜான்னிசெல்லியா இலையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

1. மீஸோபில் திசு
2. சாற்றுக் குழாய்க் கற்றை
3. காற்று இடைவெளி

13. இலையின் மேல் புறத்தோலுக்கும், கீழ்ப்புறத் தோலுக்கும் இடையேயுள்ள இலை இடைத்திசுவில் (Mesophyll tissue) பேலிஸேடு (palisade) என்றும் ஸ்பான்ஜி (Sponges) என்றும் வேறுபாடின்றித் திசுக்கள் அமைந்திருக்கும். இவ்விதமான இலைகளை ஒரேமாதிரியானவை (Isolateral) என்று கூறுகிறோம்.

எல்லாச் செல்களும் பலவிதமான கோள உருவத்தில் (Spherical) காணப்படும். பேலிசேடு செல்கள் இருந்தாலும் மிகவும் குறைந்தே காணப்படும். மூழ்கு தாவரங்களில் ஸ்பான்ஜி பேரென்கைமா மட்டுமே உள்ளது. நீர்த்தாவரங்களைப் புறஅமைப்பியல், சூழ்நிலை அமைப்புகள் ஆகியவற்றை ஆதாரமாகக்கொண்டு 5பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

நீர்த் தாவாரங்களின் வகைபாடு

(Classification of Hydrophytes)

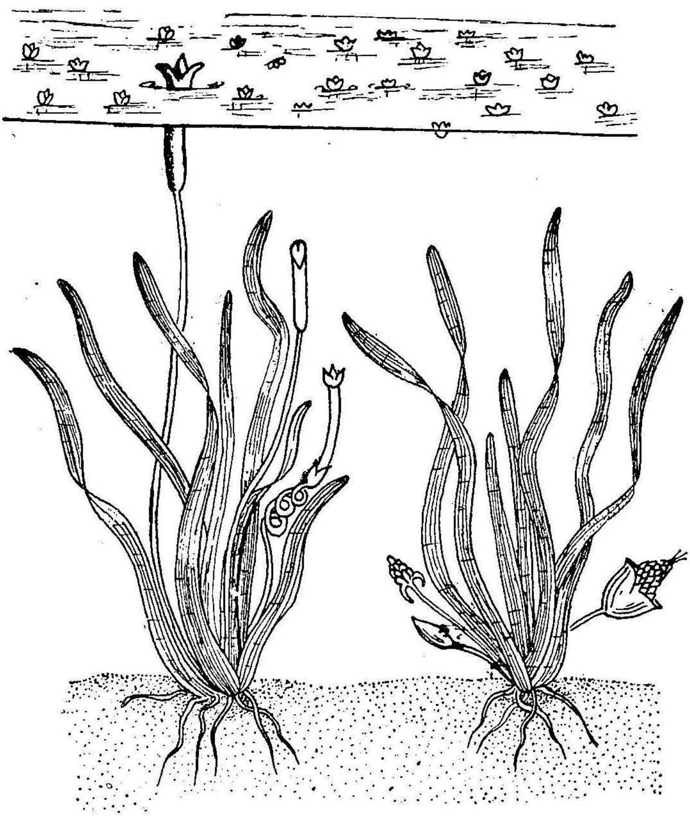
1. மிதக்கும் நீர்த் தாவரங்கள் (Floating hydrophytes): இத் தாவரங்கள் நீருடனும் காற்றுடனும் தொடர்புடையவை. இவற்றின் வேர்கள் நிலத்தில் ஊன்றியிருப்பதில்லை. (உ-ம்) லெம்னுமைனர், வுல்பியா, ஸ்பைரோடிலா (Spirodela), எய்க்கோர்னியா, சால்வீனியா (Salvinia).

2. தனியான மூழ்கு நீர்த்தாவரங்கள் (Suspended Hydrophytes): இவை நீருடன் மட்டும் தொடர்பு கொண்டு, நீருக்குள் அமிழ்ந்து காணப்படும். இவைகளின் வேர்கள் நிலத்தில் ஊன்றியிருப்பதில்லை. இத் தாவரங்கள் நீரில் மூழ்கித் தனித்தனியாகக் காணப்படும். (உ-ம்.) சார்காஸம், லெம்னுட்ரைசுல்கா (Lemna trisulca, எலோடியா கானடென்ஸிஸ் (Elodea canadensis), ஹைட்ரில்லா (Hydrilla), உட்ரிகுலேரியா வல்காரிஸ் (utriculeria vulgaris) ஐஸ்ஸியா.

3. நீருக்குள் மூழ்கி ஊன்றிய தாவரங்கள்: (Submerged anchored Hydrophytes) இதில் அடங்கியுள்ள தாவரங்கள் முற்றிலும் நீருக்குள் அமிழ்ந்திருக்கும். இவற்றின் வேர்கள் நிலத்தில் ஊன்றியிருக்கும். (உ-ம்.) வாலிஸ்னேரியா ஸ்பைராலிஸ் (Vallisneria spiralis), செராடோபில்லம் (Cerato phyllum), பொடாமோஜிடான் (Potamogeton). அனுக்காரிஸ் (Anacharis), காரா (Chara) நைடெல்லா (Nitella). (படம் 34)

4. ஊன்றிய மிதவை இலை நீர்த்தாவரங்கள்: (Floating leaved anchored Hydrophytes) இத்தாவரங்களின் தரைக்கீழ்ப் பகுதிகள் நிலத்தில் ஊன்றியிருக்கும். இவற்றின் தண்டுகள் இலைக்காம்புகள் முதலியவை நீருக்குள் மூழ்கியும், இலைகள் நீர்ப்பரப்பின்மேல் மிதந்தும் காணப்படும். தாமரை, அல்லி போன்றவைகளின்

இலைகளின்மேல் மெழுகு பூசப்பட்டுள்ளதால், நீரினால் இலைப் பரப்பில் நடைபெறும் இயல்பான வேலைகளுக்கு எவ்விதமாறு



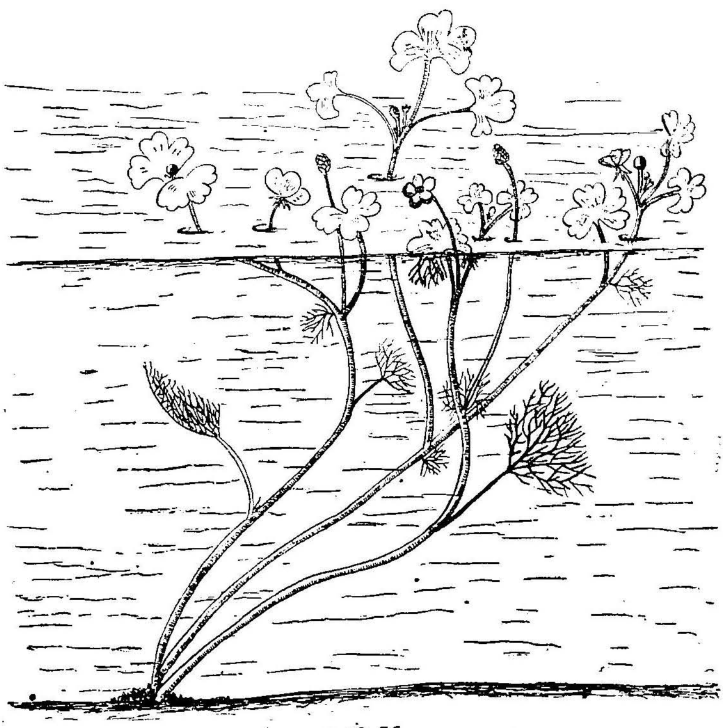
படம். 34.

நீர்மூழ்கு தாவரம்
வாலிஸ்னேரியா ஸ்பைராலிஸ்

இடையூறும் நேருவதில்லை. சால்வீனியாவின் இலைகளில் நெருக்க மான உரோமங்கள் உள்ளதால், நீர்த் துளிகள் இலைப்பரப்பின் மேல் தேங்கிநிற்காது சிதறி விடுகின்றன.

5. **நீர் நிலத் தாவரங்கள்** (Emergent anchored Hydrophytes) : இத்தகைய தாவரங்கள் ஆழம் குறைவாயுள்ள நீர்

நிலைகளில் காணப்படும். இவற்றின் தண்டுத் தொகுப்பில் ஒரு பகுதி நீருக்குள்ளும், மற்றொரு பகுதி நீருக்கு வெளியேயும் காணப்படும். (உ-ம்.) ஸிர்பஸ் (Scirpus), டைபா (Typha), ஸ்பார்டினா (Spartina), கேரெக்ஸ் (Carex). டேக்ஸோடியம் (Taxodium), ரைஸோபோரா (Rhizophora), அவிஸென்னியா (Avicennia), ரேனன்குலஸ் அகுவாடிலிஸ், லிம்னோபைலா ஹிடெரோபில்லா (Limnophila heterophylla), டைபா லேடி போலியா, (Typha latifolia). இத் தாவரங்களின் நீருக்குள் இருக்கும் பாகங்கள் நீர்த் தாவரங்களில் உள்ளவற்றைப் போன்ற தக அமைவுகளையும், நீருக்கு வெளியே உள்ள பகுதிகள் இடைநிலைத் தாவரங்களைப்போன்ற அமைப்புகளையும் பெற்றுள்ளன.



படம் 36

நீர்மூழ்கு தாவரம்
ரேனன்குலஸ் அகுவாடிலிஸ்
இருவித இலையமைப்பு

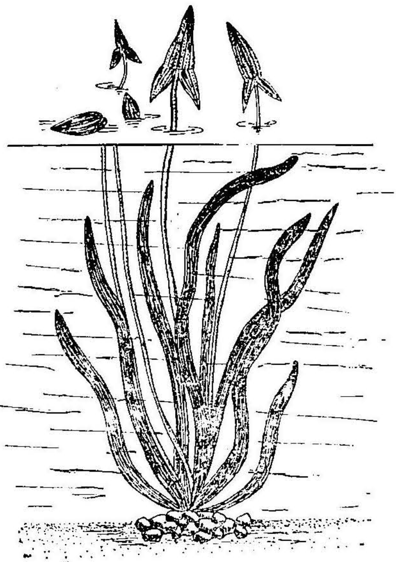
வேர்களின் அளவு, கிளைத்தல், வேர்த்தூவிகள் முதலியவை நீரின் குறைந்த அளவு மட்டத்தையும் காற்றின் அளவு

அதிகரிப்பதையும் பொறுத்து மாறுபடுகின்றன. சதுப்பு நிலங்களில்நீரின் அளவு மாறுபடுவதால் இவைகளின் மட்ட நிலத்தண்டு நீர்த்தாவரங்களில் உள்ளவற்றைப் போன்றும், வறள் நிலத் தாவரங்களில் உள்ளவற்றைப் போன்றும் அமைந்துள்ளன. உதாரணமாக, டைபா என்னும் செடியில் ஏராளமான உறுதி தரும் திசுக்களும், சாற்றுக் குழாய்த் திசுக்களும் (Vascular tissues) இடைநிலைத் தாவரங்களில் உள்ளதுபோல் காணப்படுகின்றன. நீர்த்தாவரங்களில் உள்ளதைப்போன்ற அதிகமான அளவு சேமிக்கும் பேரென்கைமாத்திசுவும் (Storage parenchyma tissue) காற்று உள்ளிட்ட திசுவும் (aerenchyma) காணப்படுகின்றன. இவற்றில் உள்ள தடித்த எண்டோடெர்மிஸ் (Stout Endodermis) வறட்சியின்போது ஏற்படும் நீரிழப்பினின்றும் பாதுகாக்க உதவுகிறது. தண்டுகளில் உறுதிதரும் திசுக்கள் அதிகமாக உள்ளதால் தங்களைப் பாதுகாக்க நீரை மட்டும் நம்பியிராமல், தாங்களாகவே நிமிர்ந்து நிற்கும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. தண்டுகளில் தடுப்புச் சுவர்களோடு (diaphragms) கூடிய காற்றறைகள் உள்ளன.

காற்று, நீர் ஆகிய இருவேறு சூழ்நிலையில் வாழவேண்டியிருப்பதால், இலைகள் உருவத்திலும், அமைப்பிலும் பெரிதும் மாறுபடுகின்றன. இலைகள் நீருக்குள் அமிழ்ந்திருந்தால் நீர் மூழ்கு தாவரங்களில் உள்ளதைப் போன்ற இலை அமைப்பைப் பெற்றுள்ளன. இவைகள் மிகுந்த பிரிவுகளோடும் மடல்களோடும் இருந்து வேரின் வேலையைச் சில தாவரங்களில் செய்கின்றன. (உ-ம்) லிம்னோபைலா ஹீடெரோபில்லா, ரேனன்குலஸ் அகுவாடிலிஸ், சேஜிடேரியா சேஜிடிஃபோலியா (Sagittaria sagithifolia) இத் தாவரங்களில் நீருக்கு வெளியே உள்ள இலைகள் தனி இலைகளாகப் (Simple leaf) பெரியனவாக அமைந்துள்ளன. இங்ஙனம் ஒரே தாவரத்தில் இரு வேறுவிதமான உருவ அமைப்பு உடையதால் இதற்குச் சூழ்நிலை இருவித இலையமைப்பு (Enviornmental heterophylly) என்று பெயர். (படம். 36)

நீருக்குள் மூழ்கியுள்ள இலைகளின் உருவமும் அமைப்பும் மாறுபடுவது நீரிலுள்ள கரியமிலவாயுவை உறிஞ்சுவதற்காக ஏற்பட்டது. நீருக்குள் இருக்கும்போது இத்தகைய இலைகள் வாடுவதில்லை. ஆனால், இவைகள் நீருக்கு வெளியே வந்தவுடன் வாடிவிட நேரிடும். அதற்காக இவ்விலைகள் நீருக்கு வெளியே வந்தவுடன் இவற்றில் க்யூடிக்ளும், இலைத்துளைகளும், ஏற்பட்டு விடுகின்றன. டைபா, ஸிர்பஸ் வாலிடஸ் (Scirpus validus) ஆகியவற்றின் இலைகள் தாவரங்கள் வாழும் நிலையிலிருந்தாலும், இலைத்துளைகளை மூடும் ஆற்றலை அவை இழந்து காணப்படு

கின்றன. இத் தாவரங்களின் இலைத்துளைகள் இலையின் கீழ்ப் பரப்பில் உள்ளதைவிட, மேற்பரப்பில் அதிகமாகக் காணப்படும்.



நீர் மூழ்கு தாவரம்
சேஜிடேரியா சேஜிட்டி
போலியா
இருவித இலையமைப்பு

படம் 36

இலைகளில் பேலிசேடு அடுக்குகள் ஒன்று அல்லது இரண்டு காணப்படும். ஸ்பான்ஜித்திசு அமைந்துள்ள பகுதியில், காற்றறைகளும் தடுப்புச் சுவர்களும் காணப்படும். பொதுவாக பேலிசேடு குறைந்து, காற்றறைகளும் ஸ்பான்ஜித் திசுக்களும் அதிகமாகக் காணப்படும். இலைகளில் உள்ள பசுங்கணிகங்களுக்கு நன்ருகச் சூரிய வெளிச்சம் கிடைத்து, நன்ருக உணவு தயாரிக்கின்றன. தாவரங்கள் தங்கள் தரைக்கீழ்த் தண்டுகளின்மூலம் விதையிலாப் பெருக்கம்செய்து, எளிதில் பரவுகின்றன.

ஆ. வறள்நிலத் தாவரங்கள்

(Herophytes)

வறள்நிலத் தாவரங்கள் வறண்ட வாழ்விடங்களில் காணப்படும். இவை இடைநிலைத் தாவரங்களிலிருந்து (Mesophytes) தோன்றியவை என்பது வீவர், கிளிமென்ட்ஸ் (Weaver and clirnents) என்ற அறிஞர்களது கருத்தாகும். இயல்பான பருவத்தில் 2 டெசிமீடர் ஆழத்திற்கு வளர்ச்சிக்குரிய நீர் இல்லாமல் இருக்கும் வாழ்விடங்களில் வாழும் தாவரங்களே வறள்நிலத் தாவரங்கள்

என்று சொல்லலாம் என்று டாபென்மைர் (Daubenmire) என்ற அறிஞர் கருதுகிறார். அதிகமான ஆவிப்போக்கும், மிகக் குறைந்த நீர்வசதியும் உடைய இடங்களில் வாழும் தாவரங்கள் வறள்நிலத் தாவரங்கள் எனப்படும் என்று வார்மிங் (Warming) என்ற அறிஞர் கருதுகிறார்.

வறள்நிலத் தாவரங்கள் பொதுவாகப் பாலைவனங்களில் (Deserts) காணப்படுகின்றன; ஆனால், எல்லாப் பாலைவனத் தாவரங்களும் வறள்நிலத் தாவரங்கள் அல்ல. எனவே, குறைந்த நீருள்ள இடங்களிலும், அதிக ஆவிப்போக்கு உடைய வாழ்விடங்களிலும் வாழும் தாவரங்கள் வறள்நிலத் தாவரங்கள் எனப்படும்.

உலகமெங்கிலும் வறள்நிலத் தாவரங்கள் அதிகமான எண்ணிக்கையில் பல நாடுகளிலும் காணப்படுகின்றன. அவை உருவத்திலும், அமைப்பிலும், செயலியல் தகஅமைவுகளிலும் நீர்த் தாவரங்களின்றும் மிகவும் மாறுபட்டுள்ளன.

வறள்நிலத் தாவரங்களின் வகைபாடு (Classification of serophytes)

1. வறட்சியினின்று தப்பித்துக் கொள்ளுபவை (Draught escaping)

2. வறட்சியைத் தவிர்ப்பவை (Draught evading)

3. வறட்சியைத் தாங்கிக் கொள்ளுபவை (Draught enduring)

4. வறட்சியை எதிர்ப்பவை (Draught resistant)

1. வறட்சியினின்றும் தப்பித்துக் கொள்ளுபவை: குறுகிய வளர்பருவம் உடைய ஒரு பருவத் தாவரங்கள் இவ் வகையினைச் சேர்ந்தவை. இவை 4 முதல் 6 வாரங்களில் முளைத்து, வளர்ச்சியடைந்து, இனப்பெருக்கம்செய்து வறண்ட பருவம் வருவதற்கு முன்னதாகவே தங்கள் வாழ்க்கை வட்டங்களை முடித்துக்கொள்ளுகின்றன.

2. வறட்சியைத் தவிர்ப்பவை: இவ்வகைத் தாவரங்கள் சிறிது ஈரம் கிடைத்தாலும் அதைச் சேமித்து வைக்கின்றன. இவை தங்களுடைய சிறிய உருவத்தினாலும், குறைந்த வளர்ச்சியினாலும், குறைந்த நீர்த்தேவையினாலும், பரவலாக உள்ள தாவர இடைவெளிகளினாலும் வறட்சியைத் தவிர்க்கின்றன.

3. வறட்சியைத் தாங்கிக் கொள்ளுபவை : பாலைவனத்தில் உள்ள புதர்ச்செடிகள் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. இவை உருவில் சிறியவை. ஒரு தாவரத்திற்கும் மற்றொரு தாவரத்திற்கும் இடையே நல்ல இடைவெளி அமைந்திருக்கிறது. தாவரங்களின்

வளர்ச்சிக்குத் தேவையான அளவு நீர் மண்ணில் இல்லாமல் குறைந்தால், இவற்றின் இலைகள் வாடி வறண்டு உதிர்ந்துவிடும். நீர் கிடைக்கும்வரை தாவரங்களில் புதிதாக எவ்விதமான வளர்ச்சியும் இல்லாமல், உயிருடனிருந்து வறட்சியைத் தாங்கிக் கொள்ளுகின்றன. இவை நீண்ட வறண்ட வெப்பமான காலங்களைத் தாங்கும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. பல மாதங்களாக வளராமல் இருந்துவிட்டு மழை கிடைத்தவுடனே வளர ஆரம்பிக்கும். (உ-ம்) கோவில்லியா குளுடினோஸா (Covilia glutinosa)

4. வறட்சியை எதிர்த்து நிற்பவை: இவ்வகைத் தாவரங்கள் நீர் கிடைக்கும் காலத்தில் நீரைச் சேமித்து வைத்துக்கொண்டு, பின்னர் வறட்சியின்போது பயன்படுத்திக் கொள்ளும். இங்ஙனம் சேகரித்து வைத்துள்ள நீரைக்கொண்டு பூவுடனும், கனியுடனும் நீண்ட காலத்திற்கு வாழும். (உ-ம்) கற்றாழை (Agane americana)

வறள்நிலத் தாவரங்களை, வறட்சியை எதிர்க்கும் ஆற்றலைப் பொறுத்து சதைப் பற்றுடையவை (Sueculents) என்றும், உண்மையான வறள்நிலத் தாவரங்கள் (True xerophytes) என்றும் இரு பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். சதைப்பற்றுடையவை அசாதாரணமான, மிகவும் சிறப்புப் பெற்ற குறிப்பிட்ட அமைப்புகளைப் பெற்ற தாவரத் தொகுதிகள் எனக் கருதலாம்.

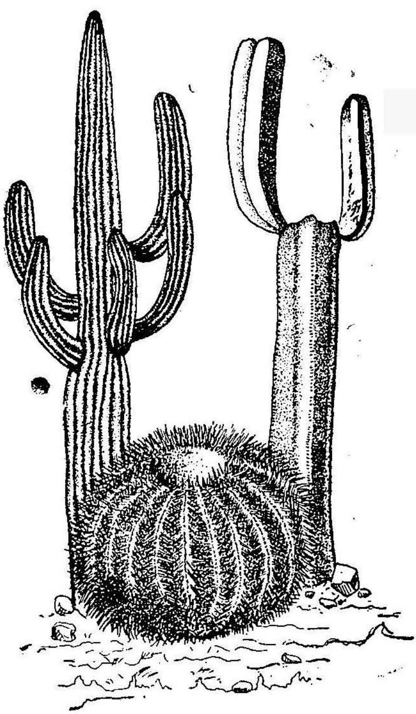
குறைவாழ்வுடைய ஓராண்டுத் தாவரங்கள்: (Ephemeval annuals) வறண்ட பிரதேசங்களில் பல சிறிய செடிகள் ஓராண்டுத் தாவரங்களாகக் காணப்படுகின்றன. இச் சிறு செடிகள் தம் வாழ்க்கை வட்டத்தினை மிகக் குறைந்த கால அளவில் பூர்த்தி செய்து கொள்ளுகின்றன. இலேசான மழை பெய்தவுடன் இவற்றின் விதைகள் முளைத்து விடுகின்றன. வறட்சிக்காலம் வருவதற்குமுன் இவை விரைவில் வளர்ந்தது முதிர்ச்சியடைந்து, பூக்களுடனும், கனிகளுடனும் இனப்பெருக்கம் செய்கின்றன. இவை வளிமண்டலத்தின் வறட்சியைத் (Atmospheric draught) தாங்கும் ஆற்றல் பெற்றவை; ஆனால், மண்ணின் வறட்சியைத் தாங்க இயலாதவை. இதற்காக மண்ணில் வறட்சி வருவதற்குள் தங்கள் வாழ்க்கை வட்டத்தினை முடித்துக்கொள்ளுகின்றன. வறட்சிப் பருவத்தில் விதைகளாகக் கழித்து விடுவதால், இச் செடிகள் வறட்சியின் கொடுமையைத் தவிர்த்து விடுகின்றன. இச் செடிகளில், தண்டுத்தொகுப்பு வேர்த்தொகுப்பினைவிடப் பெரிதாக அமைந்திருக்கும். இவற்றின் சிறப்பான அமைப்பில் தக அமைவு இலைகளின் சிறிய உருவங்களேயாகும். இவற்றின் முக்கியமான செயலியல் தகஅமைவு வறட்சி வருவதற்குள் மிகக் குறுகிய காலத்தில் தம் வாழ்க்கை வட்டத்தினை முடித்துக்கொள்ளும் திறன் ஆகும்.

இத்தகைய குறைவாழ்வுடைய ஓராண்டுச் செடிகள் வறட்சியின்போது எதிர்த்து நிற்காமல், வறட்சியைத் தவிர்ப்பதால், சில சூழ்நிலையறிஞர்கள் (Ecologists) இவற்றை உண்மையான வறள்நிலத் தாவரங்களாகக் கொள்ளுவதில்லை.

சதைப்பற்றுடையவை (Succulents): தாவரங்களின் பாரன்கைமாப் பகுதிகள் மிகுதியான பகுப்பு அடைவதாலும், செல்களின் வாக்குவோல்கள் (Vacuoles) பெரிதாகி, செல் இடைவெளிப் பகுதிகளின் அளவு குறைவதாலும், சதைப்பற்றுள்ள தன்மை ஏற்படும். மழை அரிதாகப் பெய்யும்பொழுது, சதைப்பற்றுள்ள தாவரவுறுப்புகள் அதிக அளவில் நீரைச் சேமித்து வைக்கின்றன. மண்ணில் ஈரம் மிகுதியாக உள்ள காலங்களில் தாவரங்களின் உறுப்புகள் அதிகமாக நீரை உறிஞ்சுவதால், அளவில் பருத்துக் காணப்படுகின்றன. இங்ஙனம் சதைப்பற்றுள்ள உறுப்புகளில் சேமித்த நீர் வறட்சிக் காலத்தில் உபயோகப்படுத்தப்படுவதால், அவ்வுறுப்புகள் அளவில் சிறுத்துச் சுருங்கி விடுகின்றன. இத்தகைய தகஅமைவு இயற்கையால் நேரிடும் மழைக் குறைவை ஈடுகட்ட ஏற்பட்டதாகும்.

சதைப்பற்றுள்ள தன்மை வெற்றிகரமான அமைப்பாக இருக்கக் குறைந்த அளவிலான ஆவிப் போக்கும் இருக்கவேண்டும். ஏனைய வறள்நிலத் தாவரங்களைப் போலில்லாமல் சதைப்பற்றுள்ள தாவரங்கள் நீரை மிகவும் கவனமாகச் செலவு செய்கின்றன. சேகரித்த நீரை மற்ற அங்கக (organic), அனங்ககப் (inorganic) பொருள்களுடனும், ஆர்செனிக் (Arsenic) போன்ற நச்சுப்பொருள்களுடனும் கலந்து எளிதில் ஆவியாகாத வண்ணம் 'பால்' (Latex) என்ற திரவப்பொருள் ஏற்படுகிறது. நச்சுப்பொருள்கள் கலந்திருப்பதால், பால் உள்ள தாவர உறுப்புகளை மேயும் விலங்குகள் உண்பதில்லை. பொதுவாகப் 'பால்' வெண்மையாக இருக்கும். உ-ம். திருகுகள்ளி (Euphorbia antiquorum), கள்ளி, பாச்சான், (Euqhorbia tricalli); சில தாவரங்களில் மஞ்சள் நிறமாக இருக்கும். (உ-ம்.) பிரம்மதண்டு (Argemone mexicana), 'பாலுடைய' தாவர உறுப்புகள் சதைப்பற்றுள்ளவைகளாக இருக்கும். (உ-ம்.) திருகுகள்ளி, பாச்சான் அல்லது சதைப்பற்று இல்லாதவைகளாக இருக்கும். உ-ம். எருக்கு, பாலை (wrightia tinctoria), இத்தகைய அமைப்பு பல தொடர்பற்ற தாவர இனங்களில் காணப்படுகின்றன. (உ-ம்.) காக்டேசீ (cactaceae), அபோசையனேசீ (Apocyanaceae), யுபோர்பியேசிக் (Euphorbiaceae) குடும்பங்களைச் சேர்ந்த தாவரங்கள், சதைப்பற்றுள்ள தன்மை வேரில் காணப்படலாம். உ-ம். ஸீபா பார்விஃபோலியா (Ceiba parvifolia) ஸிரியஸ் (cerius), யுபோர்பியா போன்ற தாவரங்களில்

தண்டுகள் சதைப் பற்றுடையவை. கற்றாளை (Agane americana) மீசம்பிரான்திமம் (Mesembryanthemum) போன்ற தாவரங்களில் இலைகள் சதைப்பற்றுடையவை.



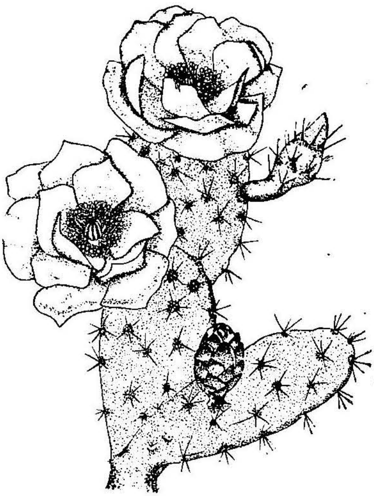
படம். 37.

வறள்நிலத் தாவரங்கள்
கள்ளி வகைகள்

பொதுவாகவுள்ள வறள்நிலத் தாவரங்களில் நீண்ட வேர்த் தொகுப்பு காணப்படும். ஆனால், கள்ளிகளில் (cacti) குறைந்த ஆழத்திலேயே வேர்த் தொகுப்புகள் உள்ளன. இத் தாவரங்களின் இலைத் துளைகள் ஆவிப்போக்கு அதிகமாயுள்ள சமயங்களில் மூடியிருக்கும்; பிறகு இரவில் திறந்திருக்கும், இச் சமயத்தில் ஒளிச் சேர்க்கைக்கு உதவும் கரியமிலவாயுவின் ஒரு பகுதி அங்கக அமிலங்களின் (Arganic acids) காற்றிலாச் சுவாசத்திலிருந்து (Anacrobic respiration) உண்டாகியவை.

தாவரங்கள் தங்களுடைய நீர் சேகரிக்கும் தன்மையினால் வறட்சியைத் தவிர்க்கின்றன. இதனால் சில சூழ்நிலையியல்

அறிஞர்கள் சதைப்பற்றுள்ள தாவரங்களை உண்மையான வறள் நிலத் தாவரங்களாகக் கருதுவதில்லை. பாலைவனத்தில் நிறைந்த



படம். 38.

சப்பாத்திக் கள்ளி

அளவில் சதைப்பற்றுள்ள தாவரங்களே காணப்படுகின்றன. அதனால் சதைப்பற்றுள்ள தாவரங்கள் உண்மையான வறள் நிலத் தாவரங்களாகா என்ற கருத்தினை ஏற்றுக்கொள்ள முடிவதில்லை. எனவே சதைப்பற்றுள்ள தன்மை குறைவாழ்வுடைய பாலை ஓராண்டுச் செடிகளைப்போல் (Ephemeral annuals) தாவரங்களில் காணப்படும் ஒரு தனிப்பட்ட தக அமைவு எனக் கொள்ளுதலே சால்புடைத்தது.

சதைப்பற்றில்லாத பல்லாண்டுத் தாவரங்கள் (Non-succulent perennials) : இவ் வகைத் தாவரங்களைத்தான் உண்மையான வறள்நிலத் தாவரங்கள் (True Xerophytes) என்கிறோம். இவை மண்ணில் ஏற்படும் தொடர்ச்சியான வறட்சியை வெற்றிகரமாகத் தாங்கும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன. இத்துடன் இத் தாவரங்களிலிருந்து அதிக அளவிலான ஆவிப்போக்கினை உண்டுபண்ணும் காரணிகளான அதிக வெப்பநிலை, குறைந்த காற்றீரப்பசை, அதிகமான காற்றின் நேர்வேகம் முதலியனவும் இவ் வாழ்விடங்களில் காணப்படுகின்றன. நீர்க்குறைப்பு, தாவரங்களின் எடையில் 60-லிருந்து 70 சதம் வரை ஏற்படுகிறது. நீர்க்குறைப்பின் காரணமாக செல்களின் நீட்சி (elongation) குறைந்து வளர்ச்சியும் குறைகிறது. இதனால் வறட்சியிலிருந்து மீளும் தாவரங்கள்

குறுகியும் நலிந்தும் காணப்படுகின்றன. இவை நிலையான வாடலைச் சில காலம் பொறுத்துக் கொள்ளுகின்றன. ஆனால் இவ் விதம் பொறுத்துக்கொள்ளும் தன்மையின் கால அளவு தாவரத் திற்குத் தாவரம் மாறுபடுகின்றது. இத் தாவரங்களில் வறட் சியை எதிர்த்து நிற்கக்கூடிய விதத்தில் பல புற, அக அமைப் பியல், செயலியல் தக அமைவுகள் காணப்படுகின்றன. அவற் றுள் சிறந்தனவற்றை இங்குக் காண்போம்.

1. குறைந்த அளவு நீருள்ள சூழலில் வாழ்ந்து வருவதால் இத் தாவரங்களின் புரோட்டோபிளாசம் தனது கொலாய்டல் அமைப்பை (colloidel structure) நீர் நிறையக் கொள்ளும் அள விற்கு மாற்றியமைத்துக்கொள்கிறது.

2. செல்களில் அதிகமான சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் (Osmotic pressure) காணப்படுகிறது. தாவர செல்களின் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் அவைகளின் நீர் வழங்கு திறனுக்கு (water upply) மாற்று விகிதத்தில் அமைந்துள்ளது.

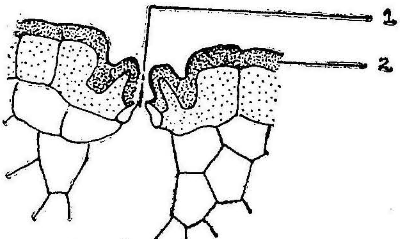
3. பாலைவனத்தில் வாழும் பல்லாண்டுத் தாவரங்கள் மண் ணில் உள்ள நீரின் அளவு 50 சதம் குறைந்தாலும் வாழுகின்றன. மையநிலைத் தாவரங்களைவிட வறள்நிலத் தாவரங்களின் செல்களில் காணப்படும் நீர் குறைந்தாலும் அவை தொடர்ந்து தங்களது வாழ் வியல் வேலைகளைச் செய்து வருகின்றன.

4. உண்மையான வறள்நிலத் தாவரங்களின் செல் சுவர்கள் நீள் தன்மை (elastic) உடையதால் செல் உப்பிய (turgid) நிலையி லிருந்தாலும் தொடக்க பிளாஸ்மோலிஸிஸ் நிலையிலிருந்தாலும் (inciprent plasmolysis) செல்லின் பருமன் மாறுவதில்லை. இதனல் செல்கள் வறட்சியின்போது நிகழும் அதிகமான ஆவிப்போக்கை எதிர்த்து நிற்கும் ஆற்றல் பெற்றுள்ளன.

5. இத் தாவரங்களில் அதிகமான ஆவிப் போக்கைக் குறைக் கும் அளவில் பல தக அமைவுகள் ஏற்பட்டுள்ளன.

எல்லா வறள்நிலத் தாவரங்களிலும் குறைந்த அளவு ஆவிப் போக்கு ஏற்படுகிறதென்று முன்பு கருதப்பட்டது. இத் தாவரங் களுச்கு நீர் கிடைககப்பெற்றுல் பொதுவாக உள்ள இடைநிலைத் தாவரங்களைவிட அதிக அளவிலான ஆவிப்போக்கு நடைபெறு கிறதெனக் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள். எல்லாப் பருவங்களிலும் இலைகளுடன் காணப்படும் வறள்நிலத் தாவரங்கள் அதிகமான ஆவிப்போக்கைக் குறைப்பதற்காகச் சில தக அமைவுகளைக் கொண்டுள்ளன. இத்தகைய தக அமைவுகள் மற்ற எந்தத் தாவர உறுப்புகளையும்விட இலையில்தான் அதிகமாக அமைந் துள்ளன; எனவே இலைதான் மிகுந்த அளவு மாறுபட்டுள்ளது.

a. இலையின் புறத்தோலில் உள்ள குயூடிக்ள் தடித்திருக்கும் (thick cuticle). படம் 39.

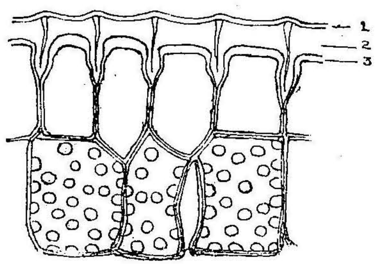


படம். 39.

கற்றுளை இலையின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம்

1. குழியில் அமைந்த இலைத் துளை
2. தடித்த க்யூடிக்ள்

b. இலையின் புறத்தோலில் அதிகமான அளவு குயூடின் படிவு (cutinization) காணப்படும், படம் 40.



படம் 40.

ஆலோ இலையின் குறுக்குவெட்டு-வறள் நிலத் தாவரம்

1, க்யூடிக்ள்
2, குயூமன் படிந்த புறத்தோல்
3, ஸெல்லுலோஸ் அடுக்கு

c. இலையில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட புறத்தோல்கள் (Multiple epidermis) அமைந்திருககும், இதற்குப் பல வரிசை புறத்தோல் (Multi-layered epidermis) என்றும் பெயர்.

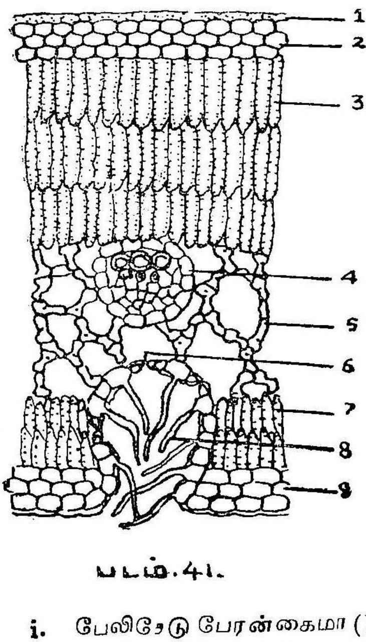
d. பல வரிசை புறத்தோல் இலையின் மேற்பாகத்தில் மட்டுமன்றி இலையின் கீழ்ப்பாகத்திலும் காணப்படும்.

e. இத்தகைய இலைக்குத் தடித்த இலைகள் (Sclerophyllous) என்று பெயர்.

f. இலைகளில் தடித்த குயூடிக்ள் இருப்பதால் காற்றின் வேகத்தினுல் இலைகள் வளையாமலும் உடையாமலும் இருந்து இலைகளுக்குச் சேதம் ஏற்படாமல் இருக்கிறது,

g. இலைகள் பளபளப்பாக உள்ளதால் இலைப் பரப்பின்மீது விழும் முழு சூரிய வெளிச்சமும் அனேகமாகப் பிரதிபலித்துவிடும் (Reflection).

h. இலைத் துளைகள் பெரும்பாலும் இலையின் மேல் புறத் தோலில் இல்லாமல், இலையின் கீழ்ப் புறத்தோலில் அமைந்த குழிகளில் (Sunkenpits) காணப்படுகின்றன. புறத்தோல் செல்களிலிருந்து ஒரு செல்லினுல் ஆகிய பல உரோமங்கள் இலைத் துளைகளை மூடிக்கொண்டிருக்கும். இதனுல் ஆவிப்போக்கு வெகுவாகக் குறைகிறது, சில சமயங்களில் இலைத் துளைகளை மற்ற செல்கள் மூடிக்கொண்டிருக்கும், சில தாவரங்களின் இலைத் துளைகளில் மெழுகு (wax) அல்லது ரெஸின் (Resin) போன்ற பொருள்களால் அடைபட்டிருக்கும்.



அரளி இலையின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்

1. குயூடிக்ள்
2. மேல்புறத் தோல் (பல அடுக்குகளையுடையது)
3. பல வரிசையுள்ள மேல்புற பேலிசேடு பேரன்கைமா
4. சாற்றுக் குழாய்க் கற்றை
5. ஸ்பான்ஜி பேரென்கைமா
6. இலைத் துளை
7. கீழ்ப்புற பேலிஸேடு பேரென்கைமா
8. புறத் தோல் உரோமம்
9. கீழ்ப்புறத்தோல்.

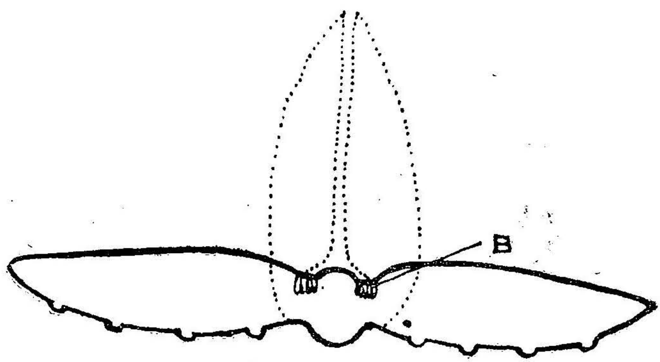
படம். 41.

i. பேலிசேடு பேரன்கைமா (Palisade parenchyna) மிக அதிகமாக இலையில் காணப்படும். அது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட வரிசை

யில் (Multilayered) இலையின் மேல் புறத்தோலுக்குக் கீழேயும், இலையின் கீழேயமைந்த புறத்தோலுக்கு மேலேயும் அமைந்துள்ளன. உ-ம், அரளி இலை. படம் 41.

ஸ்பான்ஜி பாரென்கைமா (Spongy parenchyma) குறைவாகக் காணப்படும். இதனுல் ஒளிச் சேர்க்கை அதிகமாக, ஆவிப்போக்கு குறைகிறது.

10. வறண்ட சூழலில் வாழும் புற்கள் தங்களுடைய இலைகளை நீள்போக்கில் மடித்துக்கொள்ளுகின்றன. இதனுல், இலைகளின் மேல் புறத்தோல் பகுதி (upper epidermis) மடிக்கப் பட்டு வெளியே தெரியாதவாறு அமைந்திருக்கும் இலை மடிப் பிற்குக் காரணமான புல்லிபாரம் அல்லது மோடார் செல்கள் (Bulliform or Motor cells) இலையின் மேற்புறத் தோலில் காணப் படுகின்றன. இச்செல்கள் புறத்தோல் செல்களிலிருந்து உருவத் தில் பெரிதாகித் தோன்றியுள்ளன. வறண்ட சூழலில் இச்செல் களில் உள்ள புரோடாபிளாசத்தின் அழுத்தத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்களினுல் இலையில் மடிப்பு ஏற்படுகிறது. ஸ்டைபா (Stipa) போன்ற தாவரத்திலும் எரிகேசீக் (Ericaceae) குடும்பத்

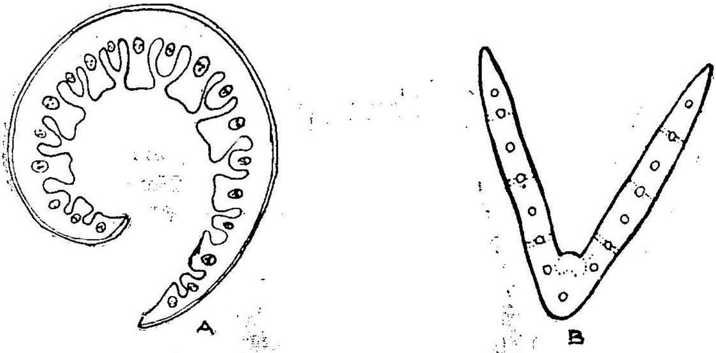


படம். 42.

வறள்நிலத் தாவர இலை
உட்புறமாக மடிதல்
B—புல்லிபார்ம் செல்கள்

தைச் சேர்ந்த வறள் நிலத் தாவரங்களிலும் இத்தகைய இலை மடிப்பு உண்டாகி ஆவிப்போக்குக் குறைகிறது. பாலிடிரைக்கம் என்ற மாஸில் (Polytrichum Moss) இதே விதமான இலைமடிப்பு கள் ஏற்படுகின்றன. பூக்கும் தாவரங்களில் இலைமடிப்பு ஏற்படு வதினுல் இலைபரப்பில் காற்றீரப்பசை அதிகமாக இருந்து இலைத்

துளைகள் திறந்துள்ளன. இதனால் வாயுப்பரிமாற்றம் (gaseons exchange) அதிகமாகி ஒளிச்சேர்க்கை அதிகரிக்கிறது.



படம். 43.

வறள்நிலத் தாவர இலைகள்

A—அம்மோபிலா—இலை உட்புறமாகச் சுருளுகிறது.
B—போவா பிராடென்ஸ்

11. ஒளிச்சேர்க்கை உப்பிய நிலையில் உள்ள செல்களில்தான் நடைபெறும். இது அதிகாலையிலும், மாலையிலும் அதிகமாக இருப்பதினால் அச் சமயங்களில் ஒளிச்சேர்க்கை அதிகமாக நடைபெறுகின்றது.

12 இலைகளின் மேலேயுள்ள புறத்தோல் செல்கள் நீர்க் குறைவினால் மிகவும் அழிநிலையில் (dessication) காணப்படினும் நீர் கிடைத்தவுடன் துருத்தியைப்போல் (bellows) விரிந்து, அச் செல்கள் தம் வேலைகளை ஒழுங்காகச் செய்கின்றன.

3. இலைப்பரப்பைக் குறைத்தல் (Reduction in the size of the leafblades) பெரும்பாலும் பாலைவனத் தாவரங்களில் உள்ள இலைகள் மிகச் சிறியவை (Microphyllous). இலைகளில் நெருக்கமான நரம்பமைப்பு (Venation) அமைந்திருக்கும். அதிகமான சூரிய வெளிச்சம் இருந்தபோதிலும் இலைகள் சிறியனவாக இருப்பதால் இலைகளின் வெப்பநிலை உயருவதில்லை.

14. செல்களின் அளவு குறைந்து காணப்படுகிறது. (Reduction in size of cells). இத்துடன் சிறிய செல் இடைவெளிப் பகுதிகளும் (inter cellular Spaces) சிறிய வாக்குவோல்களும்

(Vacuoles) காணப்படுகின்றன. செல்கள் சிறியதாக இருப்பதால் வறட்சியின்போது ஏற்படும் நீர்க் குறைப்பால் உண்டாகும் செல் சுருக்கம் தவிர்க்கப்படும். மாஸ், பாசிகள் (Algae), லைக்கன் (Lichen) ஆகிய தாவரங்களின் செல்கள் குறைந்த அளவு பருமன் உடையன.

15. உயர் தாவரங்களின் (Higher plants) மொட்டுகள் வறட்சியை எதிர்க்கும் ஆற்றல் பெற்றவை. அவைகளின் செல்களில் வாக்குவோல்கள் கிடையாது. இதனால், இவை நீர்க்குறைவினாலும் பாதிக்கப்படுவதில்லை. வளர்வடங்கிய நிலையில் உள்ள (Dormant cells) செல்களிலும், சேமிக்கும் செல்களிலும் (Storage cells), இனப்பெருக்குசெல்களிலும் (reproductive cells) ஸ்போர் (Spore) ஸைகோட் (Zygote), விதை முதலியவற்றின் செல்களிலும் வாக்குவோல்கள் காணப்படாததினால் அவை யாவும் வறட்சியினின்றும் தப்பிப் பிழைக்கின்றன.

16. வறள்நிலத் தாவரங்களின் செல்கள் உருண்டையாயும் கனசதுர அமைப்புடனும் (cubical) காணப்படாமல், செல்கள் நீண்டு, செல்குழி குறுகியதாகவும் அமைந்திருக்கும். இதனால், இச்செல்களிலிருந்து நீர் குறைந்தாலும், செல்கள் பெரிய அளவில் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

17. சில பரணிகளின் (Ferns) உறுப்புக்களிலும் சில பூக்கும் தாவரங்களின் செல்களிலும் வாக்குவோல்கள் காணப்படினும், இவைகளின் வாக்குவோல்கள் நீர்க்குறைப்பை எதிர்ப்பதால் இச்செல்களின் புரோடோபிளாஸ்ட் (Protoplast) நீர்க் குறைவால் பெரிதும் பாதிக்கப்படுவதில்லை.

18. **வளர்சிதைமாற்றம்** (Metabolism) : வறண்ட சூழலினால் வறள்நிலத் தாவரங்களின் செல்களில் பலவிதமான மாறுதல்கள் காணப்படுகின்றன. பொதுவாக, இத் தாவரச் செல்களில் தடித்த செல் சுவர்களும், நீர்க்குறைவினால் செல் உருவம் அழிந்துபடாதவாறு பாதுகாப்பு ஏற்பாடுகளும் அமைந்துள்ளன. இதற்குக் காரணமாக இத்தகைய செல்களில் உள்ள பாலிசாக்கரைடு (Polysachbaride) நீரில்லாத செல்லுலோஸாக (Cellulose) மாற்றப்படுகிறது. நீர்க் குறைவினால் ஏற்படும் அழிவினைத் தடுக்க ஸுபெரின் (Suberin) நிறைந்த கார்க்செல்களை (Cork cells) அதிக அளவில் உற்பத்தி செய்கின்றன. இதனால் தாவரங்களில் உள்ள மரப்பட்டையின் (Bark) கனம் அதிகரிக்கின்றது.

19. வறள்நிலத் தாவரங்களில் உள்ள சாற்றுக் குழாய்த் திசுவில் (Vascular tissue) வெஸல்கள் (Vessels) அளவிலும் எண்ணிக்கையிலும் அதிகமாக உள்ளன. வெஸல்களின் குறுக்கு விட்டம் (diameter) அதிகமானது.

20. இத் தாவரங்களில் மையநிலைத் தாவரங்களைவிட ஆண்டு வளையங்கள் (Annual rings) அதிகமாக உள்ளன.

21. இவற்றில் உறுதிதரும் திசுக்கள் (Mechanical tissues) அதிகமாகக் காணப்படும். ஸ்கிளெரென்கைமா (Sclerenchyma) போன்றவைகளும் தடித்த செல் சுவர்களோடு கூடிய புளோயம் நார்களும் (bast fibers) காணப்படும். இலைகளில் உள்ள பேரிசேடு திசுக்களிலும்கூட லிக்னின் (Lignin), கோந்து (gum) டான்னின் (Tannin) போன்ற உபசெல்சுவர்ப் பொருள்கள் (additional cellwall substances) பெற்ற ஹைபோடெர்மிஸ் (Hypodermis) காணப்படுகிறது.

22. இத் தாவரங்களின் இலைகள் மங்கலான சாம்பல் நிறத்தில் அமைந்திருக்கும். புறத்தோல் போர்ப்புக்களாலும் (ceverings) ஆழ அமைந்த நிறம் குறைந்த பசுங்கணிகங்களினாலும் (Chloroplasts) இத்தகைய நிறம் ஏற்படும்.

23. இத் தாவரங்களில் நீர்க் குறைவினால் கேடலேஸ் (Catalase), பெராக்ஸிடேஸ் (Peroxidase) அமிலேஸ் (Amylase) போன்ற நொதிகள் (enzymes) அதிகமாக உண்டாகின்றன.

24. வறட்சி எதிர்ப்புத் திறன்பெற்ற தாவரங்களில் சுவாசித்தல்வீதம் (Respiration rate) அதிகமாக உள்ளது. இதனால், புரோடோபிளாசத்தில் உள்ள கொலாய்டுகள் அதிக எண்ணிக்கையில் நீர்மூலக் கூறுகளைப் (Water molecules) பெறுகின்றன.

25. வறள்நிலத் தாவரங்கள் சுவாசித்தலுக்கு ஆதாரமான பொருள்களை வறள்நிலத் தாவரங்களைவிடக் குறைவாகவே உபயோகிக்கின்றன. இதனால், இவைகளின் நொதிச் சமநிலை (Enzyme balance) இயல்பாக அமைவதில்லை.

26. நீர்க் குறைவினைத் தாங்கக்கூடிய பல தாவரங்கள் பல மயங்களாக உள்ளன. (Polyploids) இவை சவ்வூடுபாவல் அழுத்தத்தில் பல மாறுபாடுகளைப் பெற்றிருப்பதால் நீர் குறைந்த சூழலில் வாழத்தகுந்த தக அமைவுகள் இருமயத் தாவரங்களைவிட (diploid plants) இவைகளில் அதிகமாக அமைந்துள்ளன.

உண்மையான வறட்சியும் செயலியல் வறட்சியும் (Physical dryness and Physiological dryness) : மண்ணில் தாவரங்களுக்குக் கிடைக்கும் நீரின் அளவு மிகவும் குறைந்து காணப்பட்டால், அத்தகைய சூழல் உண்மையான வறட்சியுடையது என்று சொல்லப்படும். இத்தகைய வறட்சியான நிலத்தில் வாழும் தாவரங்களையே உண்மையான வறள்நிலத் தாவரங்கள் என்று கூறுகிறோம்.

சில சமயங்களில் நிலத்தில் வேண்டிய அளவு நீர் இருந்தாலும், அங்கு வளரும் தாவரங்கள் அந்த நீரைப் பயன்படுத்த முடியாத நிலையில் வாழுகின்றன. இதனால், தாவரங்களின் வளர்ச்சிக்குத் தேவையான நீர் கிடைக்கப் பெறுமையினால் ஒரு செயற்கையான வறட்சி ஏற்படுகிறது. இதுவே செயலியல் வறட்சி எனப்படும். செயலியல் வறட்சி கீழ்க்காணும் மூன்று விதமான சூழல்களில் வாழும் தாவரங்களில் காணப்படுகின்றது.

1. **உவர்சதுப்பு நிலத் தாவரங்கள்:** உவர் சதுப்புநிலத்தில் நீர் நிறைந்து காணப்படும். உண்மையில் தாவரங்களின் தண்டுகளின் அடிப்பகுதி நீரிலேயே மூழ்கியிருக்கும். இந்நீரில் உப்புக்களின் அளவு அதிகமாக இருப்பதால், இதன் சவ்வூடு பரவல் அழுத்தம் அதிகமாக இருக்கும். இதனால் இச்சூழலில் வாழும் தாவரங்கள் நீரிலேயே வாழ்ந்தாலும், அந்நீரை நிறைந்த அளவில் உறிஞ்சிப் பயன்படுத்த முடியாத நிலைமையில் வாழ்கின்றன. இந்நிலையே செயலியல் வறட்சி எனப்படும். இத் தாவரங்களின் தனித் தன்மைகளுடன் வறள்நிலத் தாவரங்களின் தக அமைவுகளும் காணப்படுகின்றன. (உ-ம்,) ரைஸோபோரா, ஸீரியாப்ஸ் முதலியன.

2. **சீதளமண்டலத் தாவரங்கள்:** சில தாவரங்கள் குளிர் மிகுந்த சீதளமண்டலத்தில் வாழ்கின்றன. குளிர்காலத்தில் மண்துகள்களினிடையேயுள்ள நீர்ப்படிவங்கள் (Thin films of water) பனிக்கட்டிகளாக உறைந்துவிடுகின்றன. இதனால் இங்கு வாழும் மரங்கள் நிலத்தில் நீர் இருந்தாலும், உறிஞ்ச முடியாத செயலியல் வறட்சிச் சூழ்நிலை ஏற்படுகின்றது. இதனால் இத் தாவரங்களில் சில வறள்நிலத்தாவரத் தக அமைவுகள் காணப்படுகின்றன. (உ-ம்) பைனஸ், சூகா (Tswga), அபைஸ் (Abies), லாரிக்ஸ் (Larix) போன்ற கூம்புத்தாவரங்கள்.

3. **அமிலநிலத் தாவரங்கள்: (Bog Vegetation)**, 'பாக்' என்பது ஈரம் மிகுதியான நுண்துளைகள் அதிகம் பெற்ற நிலம். இந் நிலத்தில் நீர் மிகுதியாகக் காணப்படும். அழுகிய அங்ககப் பொருள்கள் மண்ணில் இளப்பமான நிலையில் நிறைந்திருக்கும். வடிகால் வசதியில்லாததினால், நீர் எப்பொழுதும் தேங்கி நிற்கும். இதனால் காற்றோட்டம் குறைந்து, அமிலத்தன்மை அதிகமாகிறது. இதனால் மண்நுண்ணுயிரிகளான பாக்டீரியா, பூஞ்சை முதலியவை வாழமுடியாமற் போகின்றன. அமிலத்தன்மை மிகுந்துள்ள நீரைத் தாவரங்கள் இயல்பாக உறிஞ்சிப் பயன்படுத்திக் கொள்ளுவதில்லை. எனவே, இச் சூழலிலும், செயற்கையிலான செயலியல் வறட்சி ஏற்படுகிறது. இத்தகைய சூழ்நிலையில் குறிப்பிட்ட தாவர இனங்களே வாழுகின்றன. (உ-ம்) ஸ்பாக்னம்

மாஸ் (Sphagnum moss), வாக்ஸீனியம் (Vaccinium), டிராஸீரா (Drosera), ஸார்ராஸீனியா (Sarracenia) போன்ற பூச்சியுண்ணும் தாவரங்கள் மண்ணில் நைட்ரஜன் குறைவதால், தம்மிடமுள்ள தக அமைவுகளால் பூச்சிகளைப் பிடித்துச் செரித்து, நைட்ரஜன் குறையை ஈடுசெய்து கொள்ளுகின்றன.

இ. இடைநிலைத் தாவரங்கள்

(Mesophytes)

இத்தகைய தாவரங்களின் வாழ்விடங்களில் நீர் மிக அதிகமாகவும் அல்லது மிகவும் குறைவாகவும் இராமல், மிதமான அளவில் காணப்படும். கரைபொருள்கள் அதிகரித்த நீர்த்தன்மை உடையதாகவோ (Dilute) செறிவு (Concentrated) உடையதாகவோ காணப்படுவதில்லை. இவைகளுக்குக் கிடைக்கும் சூரிய வெளிச்சத்தைப் பொறுத்து வெளிச்சத்தில் வளருபவை (Sun plants) என்றும் நிழலில் வளருபவை (Shade plants) என்றும் இரு தாவரப் பிரிவுகளாக வேறுபட்டுள்ளன. இடைநிலைத் தாவரத்திற்கென ஒரு குறிப்பிட்ட உருவமும் அமைப்பும், எவ்விதமான மாறுபாடுகளும் கிடையாது. எனினும் இத் தாவரத்தொகுதி அது வாழும் சூழ்நிலையால் உருவாக்கப்பட்டதாகும்.

இடைநிலைத் தாவரங்கள் நீர்த்தாவரங்களுக்கும், வறள்நிலத் தாவரங்களுக்கும் இடைப்பட்டதாக உள்ளன. எனவே, இவற்றின் வாழ்விடத்தில் நீர் குறைந்தால், வறள்நிலத் தாவரங்களாகவும், நீர் அதிகமானால், நீர்நிலத் தாவரங்களாகவும் (amphibious plants) ஆகின்றன. பல வறள்நிலத் தாவரங்களும், நீர்த் தாவரங்களும் இடைநிலத் தாவரங்களாகவும் வளருகின்றன. எனவே, இத்தாவரங்கள் தாங்கள் முன்பு வாழ்ந்த வாழ்விடங்களுக்கேற்ற தக அமைவுகளுடன் காணப்படுகின்றன.

தோட்டத்தில் வளரும் இடைநிலைத் தாவரங்களின் வேர் ஆழமாகப் பாய்ந்து, பரந்து கிளைத்திருக்கும், இவற்றில், வேர்த் தொகுப்பின் ஆழமும் பருமனும், தண்டுத் தொகுப்பைவிட அதிகமாக இருக்கும். வேர்களில் அதிகமான வேர்த்தூவிகள் காணப்படும். மண்ணில் பாக்டீரியா, பூஞ்சை போன்ற நுண்ணுயிரிகள் அதிகமாக உள்ளன. அவை வேர்முண்டுகளாகவும் (Root Nodules), வேரிப்பூஞ்சைகளாகவும் (Micorrhizal fungi) காணப்படுகின்றன. நிலத்தில் மட்குச் சேருவதற்குரிய சூழ்நிலை உள்ளது.

இத் தாவரங்களின் இலைகள் மிக அதிகமான வளர்ச்சியைப் பெற்றுள்ளன. இலைகள் சுமாரான தடிப்புடன், அகன்று காணப் படும். இலையின் புறத்தோல் மெல்லியதாக ஒளி ஊடுருவக்கூடிய தாகவும், சுமாரான குயூடின் படிவு உடையதாகவும், அதிகமான பச்சயத்துடனும் காணப்படும். இலைத்துளைகள் மரங்களைத் தவிர்த்த மற்ற தாவரங்களில் இலையின் இருபுறங்களிலும் அதிக மாகக் காணப்படுகின்றன. இலைத் துளைகள் ஒரே மாதிரியான அமைப்புடையன; அவைகளின் காப்பு செல்கள் (Guard cells) அதிக அளவு இயக்கங்களை உண்டாக்கும் திறன் பெற்றவை இவ் வகைத் தாவரங்களில் ஓரினம் அதிகமான வறட்சியில் வளர்ந்தால், அது வளர்ச்சிகுன்றி, சிறிய இலைகளுடையதாகவும், அதிகமான இலைத்துளை நிகழ்விரைவு (Stomatal frequency) உடையதாகவும் மாறுகிறது. மரங்களில் உயரம் அதிகரிக்க, அதிகரிக்க இலைத்துளைகளின் எண்ணிக்கையும் அதிகமா கின்றன. இதனாலும் அதிகக் காற்றோட்டத்தினாலும், வெளிச் சத்தினாலும் அதிகமான ஆவிப்போக்கு உண்டாகிறது. புதர்ச் செடிகளில் சிறு செடிகளைவிட, அதிகமான இலைத்துளை நிகழ் விரைவு உள்ளது. சூரிய வெளிசத்தில் வளரும் தாவரங்களில் உள்ள இலைகளின் இலைத்துளைகள் சிறியவையாயும், நிழலில் வளரும் தாவரங்களின் இலைத்துளைகள் பெரியவையாயும் காணப் படுகின்றன.

9. உயிரினக் காரணிகள்

(Biotic factors)

தாவரங்கள் தங்களைச் சுற்றியுள்ள பல காரணிகளால் கட்டுப் பட்டவை இதுகாறும் உயிரற்ற காரணிகள் தாவரங்களை எவ்வாறு கட்டுப்படுத்துகின்றன எனக் கண்டோம். தாவரங் களின் வாழ்வை அவற்றைச் சூழ்ந்துள்ள மற்ற உயிரினங்கள் எவ்வாறு பாதிக்கின்றன என இங்குக் காண்போம். இரு உயிரினங் களுக்கிடையே உள்ள உறவுமுறையைப்பற்றிப் (Relationship) பல அறிஞர்கள் பலவிதமான கோட்பாடுகளைக் கூறியுள்ளனர். இவற்றுள் கி.பி. 1879 ஆம் ஆண்டில் டிபாரி (Debarry) என்பவர் வகுத்த உறவுமுறை வகைபாடு கருதத்தக்கது

I. **பிரிநிலையான கூட்டுவாழ்வு** (Disjunctive symbiosis)

(இயைந்த உயிரினங்கள் தொடர்பின்றி வாழ்தல்)

A. **சமூகவியலானது** (Social)

(நேரிடையான ஊட்ட உறவு முறை கிடையாது)

இரு தாவரங்கள் ஒன்றையொன்று நிழல், மண், ஈரம், காற் றோட்டம் முதலியவைகளால் பாதிக்கப்படுதல்.

B. **ஊட்ட முறையில் ஆனது** (Nutritive)

1. விரோதமானது (Antagonistic)

மேயும் விலங்குகளுக்கும் மேயப்படும் தாவரங்களுக்கும் உள்ள உறவும், பூச்சியுண்ணும் செடிகளுக்கும் பூச்சிகளுக்கும் உள்ள உறவும்.

2. பரிமாற்றமானது (Reciprocal)

இந்த உறவு முறையில் இரு உயிரினங்களும் தமக்குள் உதவிக்கொள்ள வேண்டும் என்பது இல்லை. ஆனால், இவை

இரண்டும் தமக்குள் பரிமாற்ற ஒட்டுண்ணிகளாக இருந்து, அவற்றில் ஒன்று, மற்றதைவிட அதிகப் பயனடைதல் (உ-ம்) தாவரங்கள் பூச்சிகளுக்கும் பறவைகளுக்கும் உணவு அளிக்கின்றன, மாற்றாக மகரந்தச் சேர்க்கைக்கும், கனிவிதை பரவுதலுக்கும், பூச்சிகளும், பறவைகளும் தாவரங்களுக்கு உதவுகின்றன.

மனிதன் பயிரை வளர்க்கிறான்; பயிர் வளர்கிறது; அதனால் அதிக பயன்பெறுபவன் மனிதனே.

II. இணைந்த கூட்டுயிர் வாழ்வு (Conjunctive symbiosis)

(வெவ்வேறான இரு உயிரினங்கள் ஒன்று மற்றொன்றுடன் தொடர்புற்று வாழ்தல்)

A. சமூக வியலானது (Social)

(உ-ம்) பெருங் கொடிகளும், தொற்றுத் தாவரங்களும் மற்றத் தாவரங்களைத் தாங்கள் வளர்வதற்கு ஆதாரமாகக் கொள்ளுதல்; தாவரங்களின் செல்களில் பாசிகளும், பாக்டீரியாக்களும் வாழ்தல்.

B. ஊட்ட முறையிலானது (Nutritive)

1. விரோதமானது (Antagonistic) தாவரங்களில் பாக்டீரியா, பூஞ்சை, பூச்சிகள் முதலியவை ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்தல்.

2. பரிமாற்றமானது (Reciprocal) இரு உயிரினங்களின் பரஸ்பர நன்மைக்காக இரண்டும் சேர்ந்து வாழுதல்.

(உ-ம்) லைக்கன் (Lichen), வேரிப்பூஞ்சை (Miscorrhizal fungus)

சிறுசெடியுண்ணும் விலங்குகள் (Herbivorous animals)

புல்மேய்தலும், தழை தின்னுதலும் (Grazing and Browsing): புல் மேய்தல் என்பது விலங்குகள் புல் முதலிய சிறு செடிகளை உண்ணுதலாகும். தழை இலைகளைத் தின்னுதல் என்பது விலங்குகள் புதர்ச்செடிகளிலிருந்தும் (Shrubs) மரங்களிலிருந்தும் இலைகளைத் தின்னுதல் ஆகும். இவ்விதமாகத் தாவரங்களை உணவாக உட்கொள்ளும் விலங்குகளில் ஆடு, மாடு, குதிரை, மான், முயல் முதலியன முக்கியமானவைகள்.

புல் மேய்தலால் தாவரத்தின் உணவு தயாரிக்கும் பகுதிகள் (Photosynthetic parts) நீங்கி விடுகின்றன. தரையையொட்டிக் காணப்படும் தாவரங்கள் விலங்குகளால் மிதிக்கப்பட்டு அழிந்து

விடுகின்றன. மண்ணை மூடிய தாவரங்கள் அழிதலால், மண் இயற்கை மண் அரிப்புக் காரணிகளான காற்று நீர் முதலிய வற்றால் அடித்துச் செல்லப்படுகிறது. இதனால் பல்லாண்டு காலமாக உண்டாகிய வளமுடைய மேல் மண், வீணாகிறது.

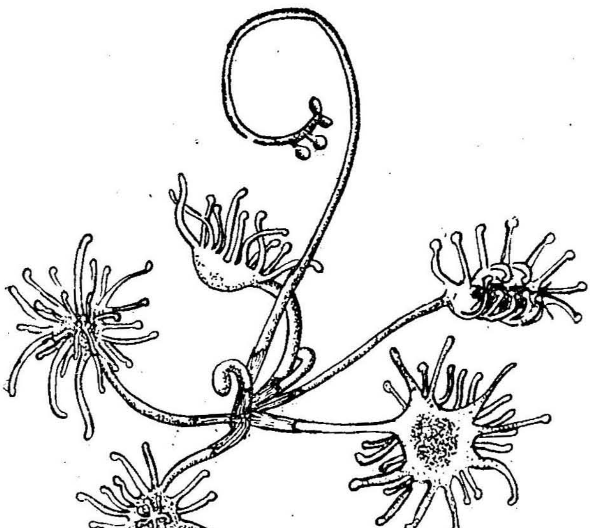
தழை தின்னுதலினாலும், தாவரக் கூட்டத்தின் தோற்றத்தில் கணிசமான மாறுதல் ஏற்படுகிறது. புதர்ச் செடிகள் நிறைந்துள்ள இடத்தில் உள்ள புற்களை விலங்குகள் மேய்ந்து விடுவதால், அந்த இடத்தில் மேலும் மேலும், பல புதர்ச்செடிகளும் மரங்களும் வளர வாய்ப்பளிக்கின்றன. மற்றும் அதிகமான விலங்குகள் தழை தின்னுவதால் தாவரங்களின் நெருக்கம் குறைந்து அங்கொன்றும் இங்கொன்றுமாகக் காணப்படும்.

விதைகளில் நிறைந்த அளவு ஊட்டப் பொருள் சேகரித்து வைக்கப்பட்டிருப்பதால், அவற்றைப் பூச்சிகள், பறவைகள், வளைவாழ் விலங்குகள் (Burrowing animals) முதலியவைஅவற்றை நல்ல உணவாகக் கொள்ளுகின்றன. இவ் விதைகள் வளர்ந்து நாற்றாகும்போது, மேயும் விலங்குகள் இவற்றை முழுவதும் மேய்ந்து விடுவதால் தாவரங்கள் தொடர்ந்து வளர வாய்ப்பில்லாமல் போகின்றன. நீர்வாழ் தாவரங்களின் வித்துக்களை நீர் வாழ் விலங்குகள் உண்டு வாழ்கின்றன.

நெருப்பும் தாவரங்களும்: காட்டில் இயற்கையாக ஏற்படும் தீயினால் (Natural fire) தாவரக் கூட்டம் முழுவதும் அல்லது அறைகுறையாக அழிந்து விடுகின்றன. இதனால், அவ்விடத்தில் வாழும் உயிரினங்களின் சமநிலை (Balance) பெரிதும் பாதிக்கப்படுகின்றது. உச்சநிலைத் தாவரங்கள் நிலைகுலைகின்றன. காட்டில் இயல்பாகக் காணப்படும் அடுக்குத் தாவரங்கள் அழிந்து விடுகின்றன. தீயின் உக்கிரம் அதிகமாக இருந்த சில இடங்களில் அங்கு இருந்த தாவரக்கூட்டம் முழுவதுமே அழிந்து, புதிய தாவரங்களின் வழிமுறை வளர்ச்சிக்கு வழிகோலுகிறது.

பூச்சியுண்ணும் தாவரங்கள் (Insectivorous plants) ஊட்ட முறையில் விரோதமான முறைக்குச் சிறந்த உதாரணங்களைப் பூச்சியுண்ணும் தாவரங்களிலிருந்து அறியலாம். இத்தாவரங்கள் வாழும் நிலத்தில் நைட்ரஜன் சத்துக் குறைவாக உள்ளது. மண்ணில் சரியான வடிகால் வசதியில்லாததினால் அங்ககப் பொருள்கள் தேங்கி, அதனால் அமிலத்தன்மை அதிகமாகக் காணப்படும். நிலத்தில் நைட்ரஜன் சத்து இல்லாத குறையினை நிவர்த்திக்க இத்தாவரங்கள் பூச்சிகளையுண்டு நைட்ரஜன் சத்தைப் பெற்றுக்கொள்ளுகின்றன. எனவே, பூச்சியுண்ணும் செயல் இத்தாவரங்களில் குறிப்பிட்ட வாழ்விடத்தில் வாழ்வதற்கு வேண்டி அமைந்த தக அமைவு ஆகும்.

1. டிராஸிரா : இது மிகவும் சிறியசெடி. செடியின் இலைகள் கரண்டியைப்போன்ற வடிவத்துடன் இருக்கும். இலை விளிம்பில் பல சுரப்பி உரோமங்கள் காணப்படும். இவைகளின் நுனியில் சுரப்பி நீர்த்துளிகள் சூரிய ஒளியில் பனித்துளிகள் போல் பளபளப்பாகத் தோன்றும். இதனால் எறும்பு முதலிய சிறு பூச்சிகள் இலைகளின்மேல் வந்து உட்காரும். உடனே இலை விளிம்பில் உள்ள சுரப்பி உரோமங்கள் பூச்சியின்மேல் வந்து விழுந்து பூச்சியைச் சிறைப் பிடித்துக்கொள்ளும். பிறகு இலைநடுவில் உள்ள செரிக்கும் சுரப்பிகள் செரிக்கும் நீரைச் சுரந்து பூச்சி செரிக்கப்பட்டு விடுகிறது பிறகு இலைவிளிம்புச் சுரப்பி

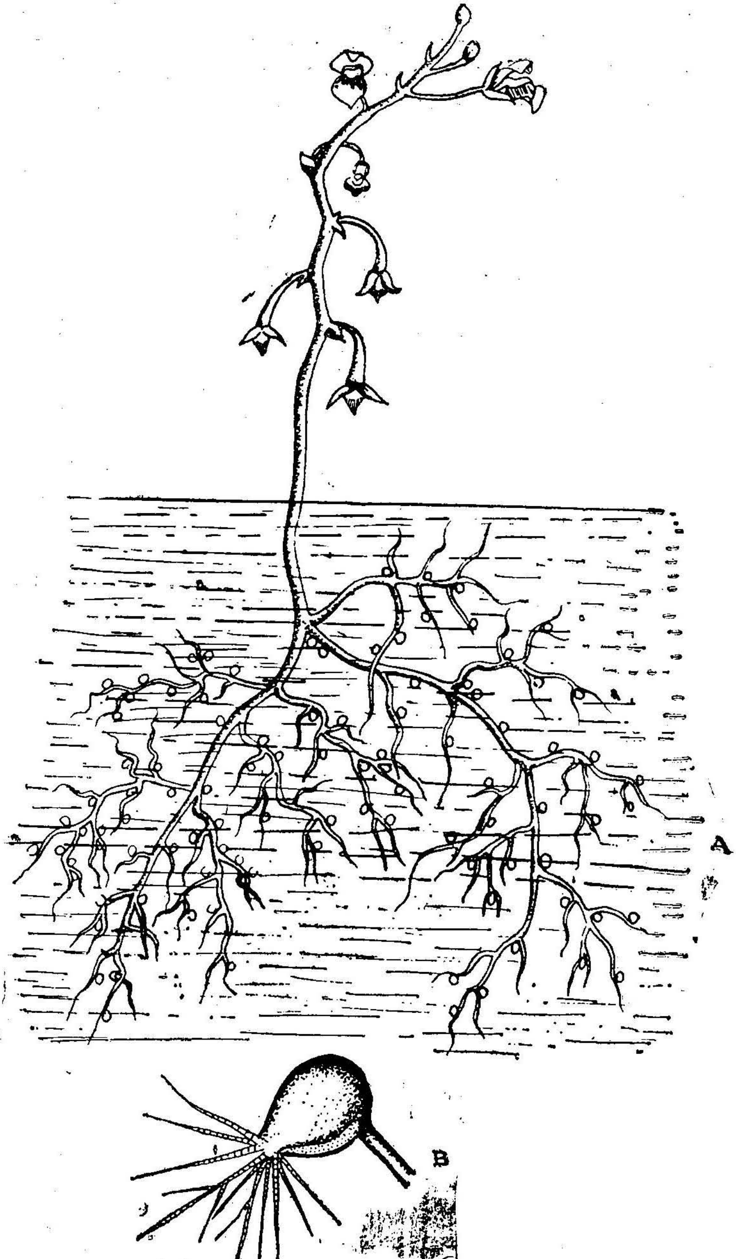


படம். 44.

டிராஸீரா ரோடன்டிபோலியா
பூச்சியுண்ணும் செடி

உரோமங்கள் முன்பிருந்த நிலைக்குச் சென்று மீண்டும் ஒரு பூச்சியைப் பிடிக்கத் தயாராக இருக்கின்றன.

2. யுட்ரிகுலேரியா : இது ஒரு மிதக்கும் நீர்த்தாவரம். இதன் இலைகள் மிகச் சிறு பகுதிகளாகப் பிரிந்திருக்கும். ஒவ்வொரு சிறு பகுதியும் ஒரு பையுடன் இணைந்திருக்கும். பையில் உள்ள சுரப்பி உரோமங்கள் பையினுள் உள்ள நீரை வெளியே இழுக்கின்றன. பை சுருங்குகிறது. பை பழைய



படம் 48.

A—உட்ரிகுலேரியா-பூச்சியுண்ணும் நீர்த் தாவரம்
B—பை பெரிதாகக் காட்டப்பட்டுள்ளது

நிலைக்கு வரவேண்டும் என்று விறைப்பு (Tension) ஏற்படுகிறது இதனால் நீரில் திரியும் சிறு பூச்சியினங்கள் பையின் வெளியே உள்ள சுரப்பியைத் தொட்டால் பையின் கதவு திறந்து கொள்ளுகிறது. இதனால் பையில் ஏற்பட்டிருந்த விறைப்பு நீங்கப்பெற்று பை முன்பிருந்த நிலைக்கு வந்து விடுகிறது. நீர் வேகமாகப் பையினுள் செல்லுகிறது. அத்துடன் சிறு பூச்சிகளும் உட்செல்லுகின்றன. பையின் சிறு கதவு மூடப்படுகிறது. பூச்சிகள் மடிந்து சுரப்பி நீரால் உறிஞ்சப்படுகின்றன.



படம். 46.

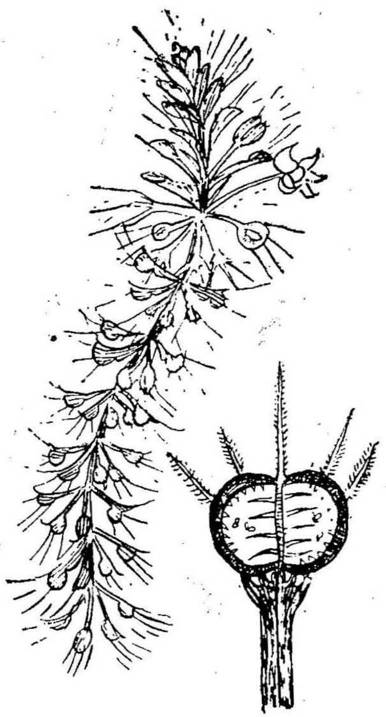
நெபென்தஸ் பூச்சியுண்ணும் செடி

A—செடி B—ஜாடி

3. நிபென்தெஸ் (Nepenthes): இத்தாவரம் சதுப்பு நிலங்களில் காணப்படுகிறது. இதன் இலைகள் கொத்தாகக்

காணப்படும். இலைகளின் இலையடிப் பகுதி அகன்று உறைபோல் இருக்கும். இலையடிப் பகுதியின் மைய நரம்பு பற்றுக் கம்பியாக மாறியுள்ளது. இது செடி படர்ந்து செல்ல உதவுகிறது. பற்றுக் கம்பியின் நுனியில் ஜாடி போன்ற (Pitcher) பகுதி உள்ளது. இதனுள் கீழ்நோக்கி வளைந்த உரோமங்களும், செரிக்கும் உரோமங்களும் உள்ளன. ஜாடியின் விளிம்பு வண்ணங்களுடன் இருந்து அதற்கு ஒரு மூடியுடன் இருக்கும். ஜாடியினுள் விழுந்த பூச்சிகள் வெளியே வராமல் செரிக்கப்பட்டு விடும்.

4. டையோனியா மஸ்ஸிபுலா (Dionaea muscipula) இதன் இலைகள் கொத்தாகத் தரைக்கு அருகிலேயே அமைந்திருக்கும்.



ஆல்ட்ரோவாண்டா

வெஸிகுலோஸா

பூச்சியுண்ணும் செடி

படம். 47

இதன் இலைக் காம்புகள் அகன்று இறகுபோல் காணப்படும். இலைப்பரப்பு ஆங்கில எழுத்து V-ஐப் போல் மடிந்திருந்திருக்கும். இலைப்பரப்பில் செரிக்கும் நீர்ச் சுரப்பிகளும் 6 விசை உரோமங்களும் (trigger hairs) உள்ளன. பூச்சி, இலையின்மேல் உட்கார்ந்த

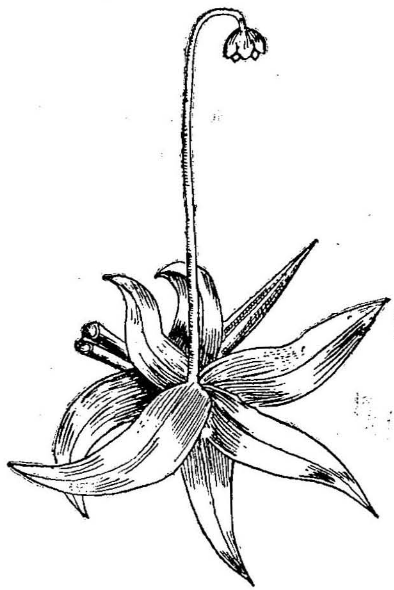
வுடன் இலைவிளிம்பில் உள்ள பற்களினால் சிறைபிடிக்கப்படுகிறது. சுரப்பிகளில் செரிக்கும் நீர் சுரந்து பூச்சி செரிக்கப்பட்டு விடுகிறது.

5. ஆல்ட்ரோவாண்டா வெஸிகுலோஸாச் (Aldrovanda vesiculosa) செடியிலும் இதே மாதிரியான பூச்சியுண்ணும் இலைகள் உள்ளன.

6. பிங்குய்குலா ஆல்பினா (Pinguicula alpina) இச்செடி இமயமலையில் காணப்படுகிறது. இதன் இலைகள் கொத்தாக உள்ளன. இலைப்பரப்பில் பசைப் பொருளைச் சுரக்கும் காம்புள்ள

பிங்குய்குலா

பூச்சியுண்ணும் செடி



படம். 48.

சுரப்பி உரோமங்கள் உள்ளன. பூச்சி இலைப்பரப்பிற்கு வந்தவுடன் பசைப்பொருளால் ஒட்டிக்கொள்கிறது. இலைகள் சுருண்டு பூச்சி சிறைப் பிடிக்கப்பட்டு செரிக்கப்படுகிறது.

தாவரங்களும் மனிதனும் : மனிதன் தாவரங்களுக்கு நன்மையும் செய்கிறான், தீமையும் செய்கிறான். மனிதன் காடுகளை அழிக்கிறான். விளைநிலமாக்குகிறான். அதில் தனக்குத் தேவையான பயிர்களைச் சிரமப்பட்டு வளர்க்கிறான்.

காடுகளை அழித்தலால் அவ்விடத்தில் ஒன்றுக்கும் உதவாத களைச்செடிகள் (weeds) வளர வாய்ப்புள்ளது. தென்னிந்தியா

வின் மலையடிப் பகுதியில் உள்ள காடுகளை அழித்துவிட்டதால் மலையடிவாரமெங்கும் லான்டானு கமெரா (Lantana camera) என்ற களைச்செடி வளரலாயிற்று. ஹிமாலப் பிரதேசத்தில் இருந்த காடுகளை அழித்தலால் அங்கு உச்சநிலைத் தாவரங்களாக இருந்த ஓக் மரங்கள் அழிந்து அவ்விடத்தில் பைனஸ் எக்ஸெல்ஸா (Pinus excelsa), அபைஸ் வெப்பியானு (Abies webbiana) போன்ற கூம்புததாவரங்கள் (Conifers) வளர ஆரம்பித்தன. அஸ்ஸாமில் (Assam) காடுகளை அழித்தலால் யூபடோரியம் ஓடரேடம் (Eupatorium odoratum) என்ற களைச் செடி அதிகமாக வளரலாயிற்று. காடுகளை அழித்தலால் அங்கு பெய்யும் மழையின் அளவும் குறையும் என்ற கருத்தும் உள்ளது.

காடுகளை அழித்த மனிதன் அவற்றை விளைநிலமாக்கி, அவனது உணவு, உடை, உறையுளுக்குத் தேவையான பொருள்களைத் தரும் தாவரங்களைப் பயிரிட்டுக்கொள்ளுகிறான். மற்றும் கனித் தோப்புகளையும், அழகுத் தாவரங்களையும் (Ornamental plants) பயிரிட்டுக் கொள்ளுகிறான். தான் விளைத்த பயிரில், விளைச்சல் அதிகரிக்க, நோய் வராமலிருக்கத் தன் நுண்ணறிவால் புதிய பல வகைகளை, உண்டாககிக்கொள்ளுகிறான். இவையெல்லாம் மனிதன் தனது நலத்திற்காகத் தாவரங்களுக்குச் செய்த நன்மைகளாகும்.

விலங்குகளும் தாவரங்களும்: தாவரங்கள் விலங்குகளுக்கு உணவளிக்கின்றன. இதற்கு மாற்றுகப் பூச்சிகளும் பறவைகளும் பூக்களில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை நடைபெற உதவிப் பூக்கள் கனிகளாகி, விதைகள் முளைக்க, அதன் இனம் தொடர்ந்து வளர உதவி செய்கின்றன. சில பூக்களும் பூச்சிகளும் மிகச் சிறந்த முறையில் சிறப்புப்பெற்று, ஒன்றில்லையேல் மற்றொன்று இல்லை என்னும்படியாக அமைப்புப் பெற்றுள்ளன. உதாரணமாக யூக்கா என்னும் செடியின் பூக்களில் புரோநூபா யூக்கஸெல்லா என்னும் பூச்சி மட்டுமே மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்த்த முடியும். பெரும்பாலான பூக்களின் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கைக்குப் பூச்சிகள், பறவைகள் முதலிய விலங்குகள் ஒத்துழைக்கின்றன.

மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ்ந்து, பூக்கள் கனிகளையும் விதைகளையும் கொடுக்கின்றன. அவை வேறிடத்திற்குச் சென்று வெற்றிகரமாக முளைக்க அவை தாய்த் தாவரங்களினின்றும் விலகித் தூரமாகச் செல்லவேண்டும். இதற்கும் விலங்குகள் பல வழிகளில் உதவுகின்றன. சில விலங்குகள் கனியை உணவாக உட்

கொண்ட பிறகு அதன் விதையை வீசி எறிதலால், அது வேற்றிடம் சென்று முளைக்கின்றது. (உ-ம் மனிதனும் மாம்பழமும்) குண்டுமணி (Abrus precatorius) ஆமணக்கு (Ricinus Communis) போன்ற விதைகள் பறவைகளுக்கு மேலிருந்து பார்க்கும்போது பூச்சிகளைப் போலிருப்பதால், பூச்சிகள் என்றெண்ணி எடுத்துக் கொண்டுபோய், பூச்சிகள் இல்லையெனக் கண்டதும் வீசிவிடுகின்றன. எனினும், அவ்விதைகள் ஒரு இடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குச் சென்று பரவவேண்டும் என்ற நிலை பூர்த்தியாகிவிட்டது. தாவரங்களின் கனி விதைகளில் பலவிதமான ஒட்டிக்கொள்ளும் வளரிகளும் மற்ற தக அமைவுகளும் அமைந்திருப்பதால் விலங்குகளில் ஒட்டிக்கொண்டு வேற்றிடத்திற்குப் பரவுகின்றன. (உ-ம்) நாயுருவி (Achyranthes), புபுபேலியா (Pupalia) ஸான்தியம் (Xanthium), தேள்கொடுக்கு (Martynia) முதலியவை,

II. இணைந்த கூட்டுயிர் வாழ்வு

A சமூகவியலானது உ-ம். லையேன் என்ற பெருங்கொடிகள். இவை பெரும்பாலும் வெப்பமண்டலக் காடுகளில் அதிகமாகவும், இலையுதிர் காடுகளில் குறைந்த எண்ணிக்கையிலும் காணப்படும். இவற்றின் வேர்கள் நிலத்தில் ஊன்றியிருக்கும். இவைகளின் மற்றப் பகுதிகள் உயரமான மரங்களின்மேல் படர்ந்திருக்தம். இதனால் இவற்றின் இலைகளுக்குத் தடையின்றிச் சூரிய வெளிச்சம் கிடைக்கும். இத் தாவரங்களில் குறைந்த அளவில் தாங்கும் திசுக்கள் (Supporting tissues) உள்ளன; இவற்றால் லையென்கள் நிறைந்த அளவு பயன்பெறுகின்றன. இவைகளுக்கும் ஆதாரத் தாவரங்களுக்கும் ஊட்ட முறையில் எந்தவிதமான உறவும் கிடையாது. உள்ளமைப்பில் இத் தாவரம் இரு சிறப்பியல்புகளைப் பெற்றுள்ளன. முதலாவது, இவற்றின் ஸைலம் (Xylem) கற்றைகளுக்கிடையே பாரன்கைமாத்திசுக்கள் (Parenchyma tissues) காணப்படுகின்றன. இரண்டாவது, ஸைலம் வெஸல்கள் (Vessels) நீளமானதாகவும் அகலமானதாகவும் உள்ளன. இதனால் நல்ல உறுதியும், பின்னிப் படர்வதற்கான நெகிழ்ச்சியும், நீண்டதூரம் நீரை எடுத்து, உயர்ந்த பகுதியில் இருக்கும் தாவரப் பகுதிகளுக்கு நீரை விநியோகிப்பதும் சாத்தியமாகிறது.

இத்தகைய பெருங்கொடிகளின் எண்ணிக்கை காற்றீரப்பசையையும், வெப்ப நிலையையும் பொறுத்தது. எனவே ஈரம் மிகுந்துள்ள வெப்பமண்டலக் காடுகளில் (Tropical rain forests) இவை அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன. பெருங் கொடிகள் மரங்களின் மீது படர்ந்திருப்பதால் இவ்விரு இனங்களின் இலைகளும் காற்று,

சூரிய வெளிச்சம் முதலியவைகளுக்காகப் போட்டியிடுகின்றன. சில சமயம், படர்வதற்கு ஆதாரமாக இருந்த மரம் நலிந்திருந்தால் அது அழிந்துவிடும். இப் பெருங் கொடிகள் நான்கு வகைப் படும்.

1. **சாய்ந்துகொள்ளுபவை** (Leaners) : இவை பற்றிக்கொள் வதற்கு எவ்வித வகையுமின்றிக் காணப்படும். உ-ம். பிளம் பாகோ கேபன்ஸிஸ் (Plumbago capensis).

2. **முள் பெருங்கொடிகள்** (Thorn Lianes): முட்களின் உதவி யால் படர்ந்து செல்வன. உ-ம். புகைன்வில்லியா (Bougainvillea), காலியம் (Galium), யுபோர்பியா ஸ்பிளெண்டன்ஸ் (Euphorbia Splendens).

3. **பின்னுபவை** (Twiners) இவை நலிந்த தண்டுடைத் தாவரங்கள் (weak stemmed plants) எனவே, மற்ற தாவரங்களைச் சுற்றி இவை படரும். பேசியோலஸ் (Phaseolus), ஐபோமியா (Ipomoea) செலாஸ்ட்ரஸ் ஸ்பிளெண்டன்ஸ் (celastrus splendens).

4. **பற்றுக்கம்பி லையேன்கள்** (Tendril Lianes); வைடிஸ் (Vitis) போன்ற பற்றுக்கம்பியுடைய பெருங்கொடிகளும், ஹைடீரா ஹெலிக்ஸ் (Hedera helix) போன்ற ஒட்டும் பசையால் படரும் கொடிகளும் இவ்வகையைச் சேர்ந்தவை. பல தாவரங்களில் பல உறுப்புக்கள் பற்றுக்கம்பிகளாக மாறிப் பற்றி ஏற உதவுவதைப் புற அமைப்பியலில் (Morphology) கண்டோம்.

தொற்றுத் தாவரங்கள் (Epiphytes): மற்ற தாவரங்களின் மேல் வளர்ந்து வாழும் தாவரங்கள் தொற்றுத் தாவரங்கள் எனப் படும். இவை மற்ற தாவரங்களிலிருந்து எவ்விதமான உணவுப் பொருளையும் உறிஞ்சுவதில்லை. இப் பண்பில் இவை ஒட்டுண்ணி களினின்றும் (Parasites) வேறுபடுகின்றன. தொற்றுத் தாவரங் களின் வேர், தண்டுத தொகுப்பு, பூ, கனி முதலிய தாவரங்களின் உடலம் (body) முழுவதும் மற்ற தாவரங்களின் மேலே காணப் படும். ஆனால், லையேன் பெருங்கொடிகளின் வேர்த் தொகுப்பு நிலத்திலும், மற்ற பகுதிகளான தண்டு, இலை, பூ முதலான மற்ற தாவரங்களின் மேலும் காணப்படும்.

தாவர ஒட்டுண்ணிகள் வகைபாடு

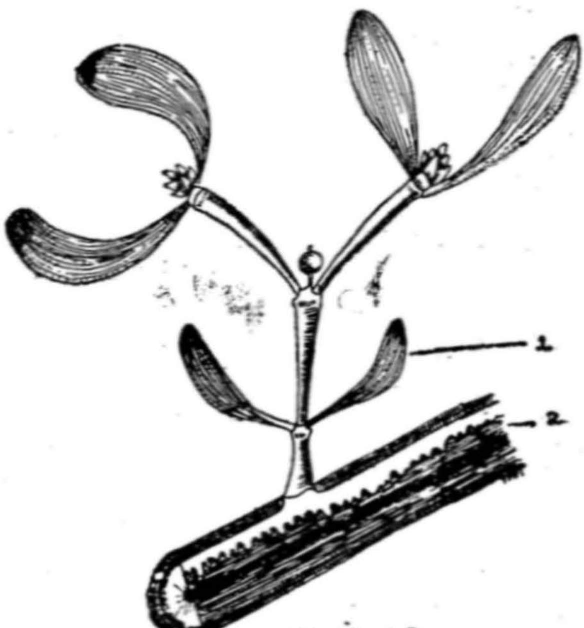
I. **நிறை ஒட்டுண்ணிகள்** (Total paresites) :
உம். கஸ்குடா (cuscuta),
கஸீதா (Cassyytba).

II. குறை ஒட்டுண்ணிகள்
(Partial parasites):

1. வேர் ஒட்டுண்ணிகள் (Root parasites):
உ-ம். ஸ்ட்ரைகா (Striga)
ஓரபான்கே (Orabanche)
எபிபாகஸ் (Epiphagus)
ரா∴பிளெஸ்யா (Rafflesia).

2. தண்டு ஒட்டுண்ணிகள் (Stem parasites);
உ-ம். லொரான்தஸ் (Loranthus)
விஸ்கம் ஆல்பம் (Viscum album)
போரோடெண்ட்ரான் (Phorodendron).

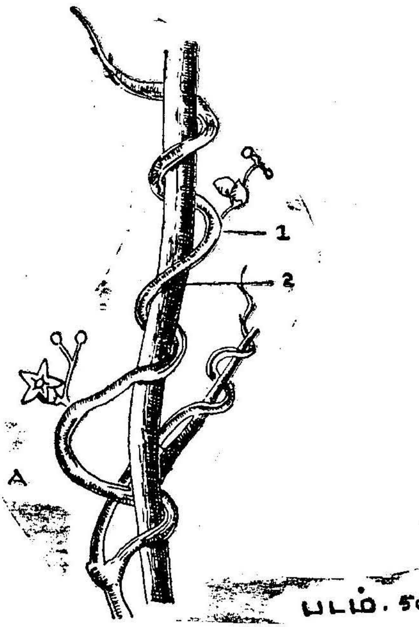
தாவர ஒட்டுண்ணிகளைப் புற ஒட்டுண்ணிகள் (Ecto parasites) என்றும் அக ஒட்டுண்ணிகள் (Endoparasites) என்றும் அவற்றின்



படம் 49

விஸ்கம் ஆல்பம்
குறை ஒட்டுண்ணி
1. ஒட்டுண்ணி
2. ஓம்புயிரியின் தண்டு

வாழ்க்கைநிலை குறித்துப் பிரிக்கலாம். புற ஒட்டுண்ணிகள் மற்ற தாவரங்களின் புற உறுப்புக்களில் ஒட்டியிருந்து அவற்றின் உணவை உறிஞ்சி வாழும். உ-ம், லொரான்தஸ், கஸ்



கஸ்குடா ரிஃபிளெக்ஸா

A 1. ஒட்டுண்ணியும்

2. ஓம்புயிரும்

படம். 50.

குடா. அக ஒட்டுண்ணிகள் என்பவை மற்ற தாவர உறுப்புக்களுக்குள் இருந்துகொண்டு அவற்றின் உணவை உட்கொண்டு வாழும். உ-ம், நோய் விளைக்கும் பூஞ்சை பாக்டீரியா முதலியன.

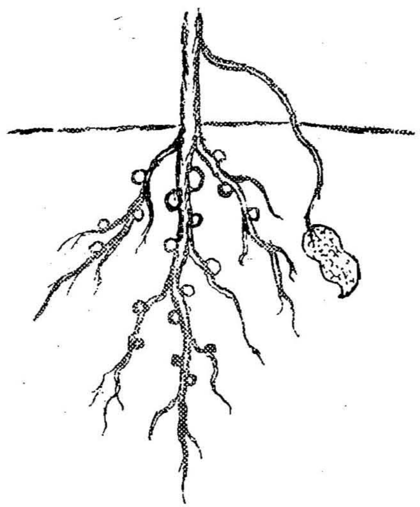
பரிமாற்ற முறையிலான இணைந்த கூட்டுயிர் வாழ்வு :

1. லைக்கன் (Lichen) இது இரு வேறு உயிரினங்களான ஒரு பாசியும் (Alga) ஒரு பூஞ்சையும், இரண்டின் நன்மைக்காகவும் சேர்ந்து வாழும் கூட்டுயிரி வாழ்க்கை (Symbiosis). இதில் உள்ள பாசி பச்சைநிறப் பாசியாகவோ (chlorophyceeae), நீலப் பச்சைநிற பாசியாகவோ (Blue green alga) இருக்கலாம். பாசி இக் கூட்டுயிரி வாழ்க்கையில் உணவு தயாரிக்கும் பங்காளியாகும். பூஞ்சை பெரும்பாலும் ஆஸ்கோமைஸிடிஸ் (Ascomycetes) பிரிவைச் சேர்ந்தது. பூஞ்சை நீரையும் ஊட்டப் பொருள்களையும் உறிஞ்சிப் பாசிக்குக் கொடுத்து அதைப் பாதுகாக்கிறது. இந்த இரு வேறு உயிரினங்களும் புற அமைப்பியலாலும் (Morphological and physislogical) ஒன்றாக இணைந்து வாழ்வதால் இது தனி உயிரினமாகக் கருதப்படுகிறது.

2. கூட்டுயிர் வாழ்க்கையில் நைட்ரஜன் நிலைபெறச் செய்யும் பாக்டீரியாக்கள் (Symbiotic nitrogen fixing bacteria) லெகுமினோஸிக் (Leguminoscae) குடும்பத் தாவர வேர்களில் உள்ள புறணியில் (Cortex), ரைஸோபியம் (Rhizobium) போன்ற பாக்டீரியாக்கள் வாழ்கின்றன. இவை புறணியின் செல்களிலுள்ள உணவை உட்கொண்டு வாழ்கின்றன. இதற்கு மாற்றாக இவை காற்றில் உள்ள நைட்ரஜனைப் பிரித்து எடுத்துத் தாவரங்களுக்கு உணவாகக் கொடுக்கின்றன. இப் பாக்டீரியாக்கள் புறணியில் வாழ்வதால் புறணியின் செல்கள் தூண்டப்பட்டு விரைவில் பகுப்பு அடைந்து (rapid proliferation of cells) வேர் முண்டுகளை (root-nodules) உண்டாக்குகின்றன. இத்தகைய பாக்டீரியாக்கள் அல்னஸ் (ulnes), சவுக்கு (Casuarina), எலியாக்னஸ் (Eleagnus), மிரிகா (Myrica), போடோகார்பஸ் (Padocerpus) போன்ற தாவரங்களிலும் காணப்படுகின்றன. படம் 51.

நிலக்கடலைச் செடியில்

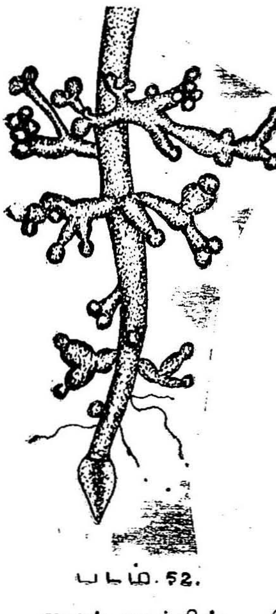
காணும் வேர் முண்டுகள்



படம். 51

பூஞ்சை ஜீவி (Mycotrophy) : சில தாவரங்கள் ஊட்ட முறைக்குப் பூஞ்சைகளையே நம்பியிருக்கின்றன. பூஞ்சை தாவரங்களின் தரைக் கீழ்ப்பகுதிகளுடன் சேர்ந்து ஒரு கூட்டமைப்பினை உருவாக்கியுள்ளது. இதற்கு வேரிப்பூஞ்சை (Micorrhizal fungus) என்று பெயர். பெரும்பலான மலர்த் தாவரங்களிலும் (Angiosperms), பிரையோபைட்டுகளிலும் (Bryophytes) இவை காணப்படுகின்றன. டெரிடோபைட் (Pteridophyte) வகைத் தாவரங்களின்

கேமீட்டோபைட்டுகள் (Gametophytes) இவ்விதமான பூஞ்சைகளின்றித் தங்கள் வளர்ச்சியைத் தொடர முடிவதில்லை. இவையிரண்டும் ஒன்றில்லையேல் மற்றொன்றில்லை என்னும் இரண்டறக் கலந்த நிலையில் உள்ளன. இப் பூஞ்சைகள் பெஸிடியோ மைஸிட்கள் (Basidio mycetes) அல்லது பைகோமைஸிட்கள் (Phycomycetes) வகையைச் சேர்ந்தது ஆகும். உ-ம். அமானிடா (Amanita), பொலீடஸ் (Boletus), லாக்டாரியஸ் (Lactarius) முதலியன. இவற்றை இரு பரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.



படம். 52.

பைன் மரத்தின் வேரிப்பூஞ்சை

1. புற ஜீவிகள் (Ectro trophic) அமென்டிபெரே (Amentifeure), பைனேஸீக் (Pinaceac) குடும்பத் தாவரங்களின் வேர்களில் ஒரு கவசம்போல் வெளிப்புறத்தில் பூஞ்சை ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும்.

2. **அக ஜீவிகள்** (Endo trophic) : பூஞ்சையின் இழைகள் (hyphae) தாவர உறுப்புகளின் செல்களுக்குள் சென்று வாழும். உ-ம். கம்பாஸிடே (Compositae), எரிகேஸீ (Ericaceae), ஆர்கிடேஸீ (Orchidaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த தாவரங்களுக்கு நீரையும் ஊட்டப் பொருள்களையும் பூஞ்சை உறிஞ்சிக் கொடுக்கிறது. மாறாக, இத் தாவரங்களிலிருந்து உணவுப் பொருள்களை எடுத்துக் கொள்ளுகின்றன.

இரண்டாம் பகுதி

பரிணாமம்

(EVOLUTION)

10. பரிணுமக் கொள்கைகள்
(Theories of Evolution)

இவ்வுலகத்தில் நீந்துவன, நகர்வன, நடப்பன விண்ணிலே வண்ணச் சிறகுகளோடு பறப்பன ஆகிய பலவிதமான விலங்குகளையும், நிற்பதும், படர்வதும், தொடர்ந்து நீண்டு வளர்வதும், பல வண்ண நறுமலர்களை ஏந்தியும், ஏந்தாமலும் ஆகிய பலவிதமான தாவரங்களையும் நாம் இயற்கையில் காண்கிறேம். இத்தகைய மாறுபட்ட பல உயிரினங்களைக் கண்ணுற்ற மனிதன் அவை தோன்றிய காலத்தையும், விதத்தையும், அவை தோன்றியது முதல் இன்றுவரை ஒரே மாதிரியாக இருந்தனவா, மாறுதல்களுற்றனவா, ஆங்ஙனமாயின் அம் மாறுதல்களுக்குரிய காரணங்கள் யாவை என்பதையெல்லாம் தன் உணர்வு தோன்றிய காலமுதல் எண்ணி வந்திருக்கிருன். அவ்வெண்ணத்தின் விளைவே, காலந்தோறும், நாடுதோறும், அவற்றை விளக்க வந்த கருத்துகள்.

1. என்றும் அழியாத் தன்மைக் கொள்கை (Theory of Eternity of present conditions): வரலாற்றுக் காலத்திற்கு முன்னர் வாழ்ந்த மனிதன், இவ்வுலகமும் இதன் உயிரினங்களும் அன்றும் இன்றும் ஒரே நிலையில் மாறுதல் எதுவுமில்லாமல் இருந்து வந்தன என எண்ணியிருந்தான்.

2. சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கை (Theory of special creation): காலப்போக்கில் உலகின் பல நாடுகளிலும் பல சமயங்கள் தோன்றி, மக்களிடையே செல்வாக்கு பெற்றன. உயிரினங்களின் தோற்றம்பற்றி எல்லாச் சமயத்தினரும் தத்தம் சமயத்

திற்கேற்பப் பல கருத்துகளை அமைத்துக்கொண்டனர். உலகத்தையும் அதன் உயிரினங்களையும் இறைவன் இப்பொழுது காணப்படும் உருவத்தில் படைத்தார் என்றும், அவ்வுயிரினங்கள் அன்றுமுதல் இன்றுவரை மாறுதலடையாமல் இருந்து வந்துள்ளன என்ற சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கையினை எல்லாச் சமயத்தினரும் ஏற்றுக்கொண்டிருந்தனர்.

இக் கருத்து பழங்கால மனித இனத்தவர்களான ஹிப்ரூக்களிடையே (Hebreus) நிலவிவந்தது. இதே கருத்து கிருத்தவ வேதமான விவிலிய நூலிலும் (Bible) சொல்லப்பட்டுள்ளது. இக் கருத்தினை ஆதரித்த அறிஞர்களில் சுவாரஸ் (Suarez, 1548-1617) என்ற ஸ்பானிய நாட்டுப் பாதிரியாரும், ஜான் மில்டன் (John Milton, 1608-1674) என்ற ஆங்கிலேயக் கவிஞரும் முக்கியமானவர்கள்.

3. பிரளயக் கொள்கை (Theory Cataclysm): பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில் பூமியில் புதைந்துகிடந்த பழங்கால உயிரினங்களின் தொல்லுயிர்ப் படிமங்கள் (Fossils) கிடைத்தன. அவற்றில் பல முற்காலத்தில் உயிரோடு வாழ்ந்து, முற்றிலும் அழிந்து போன உயிரினங்களின் வடிவங்களையும் அமைப்புக்களையும் பெற்று விளங்கின. படைப்புக் கொள்கையினை ஆதரித்தவர்களுக்கு இது ஒரு சிக்கலாக இருந்தது. ஏனெனில் இறைவன், இந்த உலகத்தில் அழிவதற்கென்றே சில உயிரினங்களைப் படைத்தார் என்று, அவர்களால் ஏற்றுக்கொள்ள முடியவில்லை. எனவே, சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கையினைச் சிறிது மாற்றியமைத்துக் கொண்டார்கள். அதன்படி, முதலில் கடவுளால் படைக்கப்பட்ட உயிரினங்கள் பிரளயத்தினாலும், கடல் கோளினாலும் (Cataclysm) அழிந்துவிட்டன (குவியர் Cuvier, 1769-1832). அதன்பின் இறைவன் மீண்டும் உயிரினங்களைப் படைத்தார். முதற் படைப்புச் சுமார் 300 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் ஸைலூரியன் காலத்தில் (Silurian age) நிகழ்ந்தது என்றும், அதன் பின்னர் 27 பிரளயங்களும், 27 மறுபடைப்புகளும் உண்டாயின என்றும் கருதப்பட்டது. டி' ஆர்பிக்னி D' Orbigny (1802-1857).

4. உயிரிலிப் பிறப்புக்கொள்கை அல்லது தான்தோன்றி வழிமுறை (Theory of Abiogenesis or Theory of spontaneous generation): சாணம், இறைச்சி முதலிய அழுகும் பொருள்களில் இருந்து புழுக்களும், பூச்சிகளும் தோன்றுவதைப் பார்த்து, உயிரற்ற பொருள்களிலிருந்து உயிரினங்கள் தான் தோன்றிகளாக உண்டாயின என நம்பினார்கள். இது உயிரிலிப் பிறப்புக் கொள்கை எனப்படும். இக் கருத்தினை முற்காலத்தில் வாழ்ந்த கிரேக்க நாட்டு அறிஞர்களான தேல்ஸ்(Thales) அனக்ஸிமான்டெர்

(Anaximander), ஸெனோபான்ஸ் (Xenophanes), அரிஸ்டாட்டில் (Aristotle) முதலியவர்களும் பிற்கால அறிவியல் அறிஞர்களான ஹார்வீ (Harvey), நியூடன் (Newton), டெஸ்கார்டிஸ் (Descartes), பராஸெல்ஸஸ் (Paracelsus) ஆகியவர்களும் ஆதரித்தனர். இக் கருத்தினைத் தழுவி மத்திய காலத்தில் பல கட்டுக் கதைகள் உண்டாக்கப்பட்டன. இதன்படி வாத்துகள் நத்தைகளிலிருந்தும், நத்தைகள் நீர் அருகே வாழும் மரங்களின் கனிகளிலிருந்தும் உண்டாகியவை என நம்பிவந்தார்கள். இத்தகைய கருத்து 17 ஆம் நூற்றாண்டுவரை நிலவிவந்தது.

17ஆம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த ஃபிரான்ஸிஸ் கோ ரெடி (Francis co Radi, 1626–1698), ஸ்பல்லன்ஸானி (Sphalanzani, 1729–1799), லூயி பாஸ்டியர் (Louis Pasteur 1822-1895) ஆகிய அறிஞர்கள் செய்த பரிசோதனைகளினால், உயிரிலிப் பிறப்புக் கொள்கை மறுக்கப்பட்டது. இறைச்சி, சாணம் முதலியவைகளில் புழு பூச்சிகளின் முட்டைகள் முதலில் இருந்தன; அவைகளே பின்னர் புழுக்களாகவும் பூச்சிகளாகவும் தோன்றின என்று, பாஸ்டியர் ஐயமறத் தெளிவாக விளக்கிக் காட்டினார். மற்றும், உயிர்ப் பொருள்களிலிருந்துதான் உயிரினம் தோன்றமுடியும் என்று நிரூபித்தார். இக் கருத்து, உயிர் வழிப் பிறப்புக்கொள்கை (Theory of Biogenesis) எனப்படும்.

உயிரின் தோற்றம் (Origin of Life) உலகில் முதலில் எவ்வாறு உயிர் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என்பதற்கு ஏ. ஐ. ஒபாரின் (A. I. Oparin, 1936) என்ற உருஷ்யநாட்டு அறிஞர் தரும் விளக்கம் கருதத்தக்கது. இவரது கருத்துப்படி முதலில் உலகம் தோன்றியபொழுது அதில் உயிர் என்பதே இல்லை. பிறகு, அதில் அன்று காணப்பட்ட தனிமங்களின் (elements) சேர்க்கையினால் பல புதிய பொருள்கள் உண்டாயின. முதலில், தோன்றியவை எளிய அமைப்புடைய புரதங்கள். இவை காலப் போக்கில் சிக்கலான அமைப்புப் பெற்றன; பல புதிய பண்புகளும் ஏற்பட்டன. இத்தகைய தனிமங்களின் சேர்க்கையில் ஒரு கட்டத்தில் தோன்றிய சிக்கலான ஒரு புரதம்தான் உலகில் தோன்றிய முதல் உயிர்ப் பொருளாகும். எனவே, குறிப்பிட்ட வரிசையான மாறுதல்களின் தவிர்க்கமுடியாத விளைவே, ' உயிர் '.

இந் நூற்றாண்டில் செய்த ஆய்வுகளின் விளைவாக, உயிர்ப் பொருளுக்கு ஆதாரமாயுள்ளவை டிஆக்ஸிரிபோ நியூளிக் அமிலமும் (Deyoxyribonucleic acid DNA), ரிபோ நியூக்ளிக் அமிலமும் (Ribonucleic acid RNA) என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. மிகச் சிறிய உயிரினம் என்று தற்பொழுது கருதப்படும் வைரஸில்

(Virus) DNA யும் ஒரு புரத உறையும் (Protien cover) உள்ளன. உலகம் தோன்றியவுடன் அதில் உயிர் உண்டாவதற்குரிய சூழ்நிலைகள் கிடையாது. உலகம் தோன்றிய காலம் முதல், இச் சிறிய உயிரினமான வைரஸ் தோன்றும் காலம் வரையிலான கால இடைவெளி (Time interval) மிகவும் நீண்டதாக இருந்திருக்கும். உயிர் தோன்றுவதற்குரிய சூழலில் உலகில் புரோடான் (Proton), நியூட்ரான் (Neutron), எலெக்ட்ரான் (Electron) என்ற அடிப்படையான அணுத் துகள்கள் (atomic particles) அமைந்திருந்தன. இவற்றுடன் கார்பன் (C) ஆக்ஸிஜென் (O) ஹைட்ரஜென் (Hydrogen), நைட்ரேஜன் (N) போன்றவை சேர்ந்து நீர் (H_2O), அம்மோனியா (NH_3), கால்ஸியம் கார்பைட் (CaC_2) போன்ற எளிய மூலக்கூறுகள் (Molecules) உண்டாயின. இத்தகைய மூலக்கூறுகளின் சேர்க்கையினால், எளிய அமைப்புடைய அமினோ அமிலங்கள் உண்டாயின. இத்தகைய அமினோ அமிலங்களே காலப் போக்கில் உயிர்ப்பொருளுக்கு ஆதாரமான D.N.A. R.N.A. போன்ற அமினோ அமிலங்களை உண்டாக்கியிருக்கும். தொடர்ந்த வரிசையான வேதிப் பொருள்களின் (Chemical substances) சேர்க்கையினால் உயிர் உண்டாவதற்கு வேதிப்பரிணாமம் (Chemical Evolution) என்று பெயர்.

இவ்விதம் தோன்றிய முதல் 'உயிரினம்' மிகவும் எளிய அமைப்புடையதாக இருந்திருத்தல் வேண்டும். அதற்கு வேண்டிய ஆற்றலைத் தன்னைச் சுற்றிலுமுள்ள அங்ககப் பொருள்களை (Organic matter) எடுத்துக்கொண்டு அவற்றின்மூலம் பெற்றிருக்க வேண்டும். இத்தகைய அங்ககப் பொருள்களை ஆற்றலாக மாற்றும்முறை முதலில் வாழ்ந்திருந்த எளிய உயிரினங்களின் சிறப்புப் பண்பாக இருந்திருக்க வேண்டும். பிறகு இத்தகைய எளிய உயிரினம் எல்லாப் பண்புகளிலும் தன்னையொத்த மற்றோர் எளிய உயிரினத்தைக் கொடுக்கிறது. இச் செயலே உயிரினங்களில் காணப்படும் இனப்பெருக்கம் என்ற சிறப்புப் பண்பு ஆகும். இத்தகைய எளிய உயிரினங்களில் காலப்போக்கில் பலவகையான தொடர் வேறுபாடுகள் குவிந்தும், மிகுந்தும், சிக்கலான (Complex) அமைப்புடைய பல உயிரினங்கள் தோன்றுகின்றன. இதை விளக்கும் கருத்தே அங்ககப் பரிணாமக் கொள்கை (Theory of organic Evolution) எனப்படும். அங்ககப் பரிமணாமக் கொள்கையின் சிறப்பான கருத்துகளாவன.

1 இன்று நாம் காணும் பல செல்களுடைய சிக்கலான அமைப்புடைய தாவரங்களும் விலங்குகளும் முன்னர் வாழ்ந்திருந்த எளிய அமைப்புடைய ஒருசெல் உயிரினத்திலிருந்து தோன்றியவை.

2. எளிய அமைப்புடைய உயிரினங்களில் காலப்போக்கில் பல காரணங்களினால், பல மாறுதல்கள் நிகழ்ந்து, அம் மாறுதல்கள் அடுத்த தலைமுறையில் கைவரப்பெற்றுப் புதிய பல சிக்கலான அமைப்புடைய உயிரினங்கள் தோன்றலாயின.

பரிணாமத்தின் வரலாறும் வளர்ச்சியும் (History and Development of Evolutionary Concept): இப் பரிணாமக் கொள்கை தற்கால ஆராய்ச்சியின் தனி விளைவு என்று எண்ணுவது தவறு. இக் கருத்தின் கரு 2,500 ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் வாழ்ந்திருந்த கிரேக்கநாட்டு அறிஞர் அனக்ஸிமாண்டெர் என்பவரால் தோற்றுவிக்கப்பட்டதாகும். அடுத்துப் பரிணாமக் கருத்தின் தந்தை (Father of Evolution) என அழைக்கத்தக்க பெருமைக்குரியவர் எம்பெடாக்ளிஸ் (Empedocles 495-435 B.C.) ஆவார். "உயிரினங்களின் தொடர்ந்த பிறப்புக்களில் இயற்கை முழுமைபெற்ற உயிரினங்களை உண்டாக்க முயலுகின்றது, தகாதனவற்றை நீக்கி விடுகிறது. தக்கன வாழ்தல் (Survival of the fittest) ஓர் அமைப்பினாலன்றித் (Design) தற்செயலாக (by chance) ஏற்படுகிறது" என்றும் நம்பினார்.

அடுத்துச் சிறப்பித்துச் சொல்லத்தக்க கிரேக்கநாட்டு அறிஞர் அரிஸ்டாட்டல் ஆவார். "உயிரினங்கள் தங்களுக்குள்ளே அமைந்திருக்கும் உள்ளிடை முழுமைப் போக்கினால் (internal perfecting tendency) மேன்மேலும் பல மாறுதல்களடைந்து நிறைவு (Perfection) பெறுகின்றன" என்பது இவரது கருத்து. தனிமங்களிலிருந்து செடியும், பின் செடி போன்ற விலங்கு உணர்வுள்ளதும், இடம்விட்டு இடம் பெயர்வதுமான விலங்குகளும் மனிதனும் ஆகிய பலவிதமான உயிரினங்களின் படிமுறை அமைப்பை (gradation) முதன் முதலில் இவர் விளக்கினார். இவர் பாரம்பரியம் (Heredity), தகஅமைவு பழங்காலத்தன்மை சில காலம் தோன்றாமலிருந்து மீண்டும் வெளிப்படும் பழமை திரும்பு பாரம்பரியம் (ataristic heredity) ஆகியவற்றையும் அறிந்திருந்தார்.

அரிஸ்டாட்டல் காலத்திற்குப்பின் பல நாடுகளிலும் பல சமயங்கள் தோன்றின. சமயங்களின் சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கைக்குப் பரிணாமக் கருத்து முரணாக இருந்ததால் பரிணாமக் கொள்கை சில காலம் வளராமல் இருந்தது. பின்னர்த் தோன்றிய பேகன் (Bacon), டெஸ்கார்டிஸ் (Descartes), லைப்னிட்ஸ்(Leibnitz), கன்ட் (Kant). லின்னயிஸ் (Linnaeus), பஃபன் (Buffon), எராஸ்மஸ் டார்வின் (Erasmus Darwin) போன்ற அறிஞர்களால் பரிணாமக் கருத்து மீண்டும் வளரத் தொடங்கியது. இவர்களில் சிறப்பித்துச் சொல்லப்படுபவர்களின் கருத்துக்களைக் காண்போம்.

A. லின்னயிஸ்(1,707-1,078, இவர் சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கையை ஆதரித்தார். எனினும் காலநிலை மாறுதல்களால் உயிரினங்கள் அழிந்து கலப்புயிரி முறையினால் மீண்டும் பல உயிரினங்கள் தோன்றின என்று கருதினர்.

B. பஃபன் (1,707-1,788) இவர் பிரான்ஸ் நாட்டில் வாழ்ந்தவர். இவர் சிறப்புப் படைப்புக் கொள்கைக்கும் அங்ககப் பரிணாமக் கொள்கைக்கும் இடையே ஊசலாடியவர். இவரது கருத்துக்களாவன: "சூழ்நிலையின் நேரடி ஆதிக்கத்தினால் உயிரினங்கள் மாறுதலடைகின்றன. இம் மாறுதல்கள் பின்வரும் சந்ததிகளிலும் தொடர்ந்து நிலைக்கின்றன. புதுவிதமான விலங்குகளை மனிதன் செயற்கைத் தேர்வினால் (Artificial selection) உண்டாக்க முடியும். நிலவியல் இடம் பெயர்தலால் (Geographical migration) தோன்றிய மாறுபட்ட புதிய உயிரினங்கள் மேலே கூறிய செயற்கைத் தேர்வினால் உண்டாகிய உயிரினங்களை ஒத்துள்ளன. உயிரினங்களின் பெருங் கூட்டத்தைத் தவிர்க்க அவைகளிடையே வாழ்க்கைப் போர் ஏற்பட்டு முழுமை பெறாத உயிரினங்கள் (inperfect organisms) அழிந்து இயற்கைச் சமநிலையைப் (Balance of Nature) பாதுகாக்கிறது.

C. இடைக் காலத்தின் முடிவில் சிறப்பித்துச் சொல்லப்படுபவர் எராஸ்மஸ் டார்வின் (1731-1802) என்ற ஆங்கில நாட்டு அறிஞராவர். "எல்லா உயிரினங்களும் ஓர் உயிர்ப் பொருளிலிருந்து உண்டாகியவை. பலவிதமான உயிரினங்களுள்ள உலகத்தை உண்டாக்கப் பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகள் ஆகியிருக்கும். படைப்பவனால் முதல் உயிரினத்திற்கு வளர்ச்சிக்குரிய ஆற்றல் அளிக்கப்பட்டது. அவ்வுயிரினத்தில் ஏற்படும் பலவிதமான தக அமைவுகள் படைத்தவனின் குறுக்கீடு (interference) இல்லாமல் நடைபெறுகின்றது. எல்லா விலங்குகளும் தங்களுடைய கடுஞ்செயல்களாலும் (exertions), இன்ப துன்பங்களின் ஈடுபாடுகளாலும் வேறுபாடுகளடைகின்றன. இவ் வேறுபாடுகள பின்வரும் சந்ததிகளிலும் காணப்படுகின்றன. வாழ்க்கைப் போரின் கொடுமை உயிரினங்கள எண்ணிக்கையில் மிகவும் அதிகமாகாமல் தடுக்கிறது; ஆயின் அது முடிவில் நன்மையே தரும்" என்பன இவரது கருத்துக்களாகும்.

மேற் கூறியவற்றால் உயிரினங்களில் பரிணாமம் நிகழ்ந்து வந்துள்ளது என்பது தெளிவாகிறது. இப் பரிணாமக் கருத்தினை உறுப்படுத்துவதற்குரிய சான்றுகளை முதலில் விவரித்துப் பின் நவீனகால உயிரியல் அறிஞர்களின் கருத்துக்களை காண்போம்.

பரிணாமக் கருத்திற்குரிய சான்றுகள் (Evidences of Evolution):

பரிணாமக் கருத்தினை விளக்கப் பலவகையான சான்றுகள் உள்ளன. அவற்றுள் முக்கியமானவைகளை வரிசையாகக் காண்போம்.

1. **தொல்லுயிரியல் சான்றுகள்** (Paleontological evidences): 18-ம் நூற்றாண்டில் உலகின் பல பகுதிகளில், முன்னர் வாழ்ந்து இறந்த உயிரினங்களின் பகுதிகள் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களாகக் (Fossils) கிடைத்தன. இப் படிமங்களையும் அவை கிடைத்த பகுதிகளையும் தொல்லுயிரியலறிஞர்கள் (Paleontologists) ஒப்புநோக்கி ஆராய்ந்தனர். இங்ஙனம் ஆராய்ந்ததில் மிகப் பழங்காலப் பாறைகளில் எளிய அமைப்புடைய உயிரினங்களின் படிமங்களும், அதற்கு அடுத்து உண்டாகிய பாறைகளில் சிக்கலான அமைப்புடைய உயிரினங்களின் படிமங்களும் கிடைத்துள்ளன பாறைகளின் வயதை அறிஞர்கள் ஒருவாறு கணக்கிட்டுள்ளார்கள். அப் பாறைகள் உலகில் எப்பொழுது தோன்றின என்பதற்கான மண்ணியல் கால அட்டவணையை (Geological time Scale) வகுத்துள்ளார்கள். மண்ணியலறிஞர்கள் (Geologists) பூமியின் 200 கோடி ஆண்டு வரலாற்றினை ஐந்து பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரித்துள்ளனர். ஒவ்வொன்றும் ஓர் ஊழிக்காலம் (Era) எனப்படும். ஒவ்வோர் ஊழியும் பல காலங்களாகவும் (period), ஒவ்வொரு காலமும் பல சகாப்தங்களாகவும் (epochs) பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இது பற்றிய விளக்கத்தினைத் "தாவரங்களின் வாழ்க்கை அன்று முதல் இன்று வரை" என்ற தலைப்பில் காண்க.

தொல்லுயிர்ப் படிமங்களினால் பழங்கால உயிரினங்களின் அமைப்பையும், அவை வாழ்ந்த காலத்தில் அமைந்த வாழ்விடங்களின் சூழ்நிலைக் காரணிகளையும் தெரிந்துகொள்ளலாம். மற்றும் தொடர்ந்துவரும் காலநிலை மாறுதல்களினாலும், பல்லாண்டுகளுக்குப்பின் அவ்வுயிரினங்கள் எவ்வாறு மாறியுள்ளன என்றும் அறியலாம். அவை மற்றெந்த உயிரினங்கள் தோன்றுவதற்குக் காரணமாயிருந்தன என்றும் அறியலாம். பரிணாமப் பாதையில் ஓர் உயிரினத் தொகுதிக்கும், மற்றொரு தொகுதிக்கும் இடையேயுள்ள மறைந்த உயிரினத்தைத் தொல்லுயிர்ப் படிமங்கள் நமக்கு விளக்குகின்றன. உதாரணமாக தால்லோபைட்டா, பிரையோபைட்டா வகைத் தாவரங்களுக்குப் பிறகு திடீரென்று பல டெரிடோபைட்டா வகை (Pteridophytes) நிலத் தாவரங்கள் தோன்றின. சைலோபைடேலிஸ் (Psilophytaleis) வகைத் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களான ரைனியா (Rhynia) முதலியவை கிடைத்த பிறகுதான் முதலில் தோன்றிய நிலம் வாழ் தாவரங்கள் (land

plants) ஆன்தோஸீரோஸ் (Anthoceros)போன்ற தாவரங்களி லிருந்து தோன்றியிருக்ககூடும் என்ற கருத்து உருவாகியது. எனவே, இந்தத் தொல்லுயிர்ப் படிமம் ஓர் உயிரினத் தொகுதி யையும் மற்றொரு தொகுதியையும் இணைப்பதால் இதற்கு " இணைக்கும் கொக்கி (Connecting link) என்று பெயர். இதே விதமாக நாற்கால் விலங்குகளிலிருந்து (Reptiles) பறவைகள் எவ்வாறு பரிணமித்தன என்பதற்கு ஆர்கியோப்டெரிக்ஸ் (Archaeopteryx) என்ற தொல்லுயிர்ப் படிமம் சான்றாக விளங்கு கிறது.

தொல்லுயிர்ப் படிமங்கள் குறிப்பிட்ட சூழலில், குறிப்பிட்ட காலங்களில் காணப்படுவதால் சில படிமங்கள் சில பாறைகளில் காணப்படுவதைக் கொண்டு, அப் பாறைகளின் வயதைக் கணக் கிடலாம். இவை குறியீட்டுப் படிமங்கள் (Index fossils) எனப் படும். எனவே, தொல்லுயிர்ப் படிமங்களைப் " பரிணாமத்தின் சான்றுப் பத்திரங்கள் " (Fossils are the evolutionary documents) என்று கூறலாம்.

2. **புவியியல் வியாபகச் சான்றுகள்** (Evidence from Geographical Distribution): கிரெடேஷியஸ் காலத்தில் இன்றுள்ள ஆஸ்திரேலியாக் கண்டம் ஆசியாவுடன் சேர்ந்திருந்தது. அப் பொழுது மதலைப்பையுடைய பால் உண்ணிகள் (Marsupial mammals) வடக்கிலிருந்து தெற்காக நகர்ந்து ஆஸ்திரேலியாவை அடைந்தன. பின்னர் ஆஸ்திரேலியா, ஆசியாவினின்றும் பிரிந்து பெரியதொரு இயற்கைத் தடையான (Natural barrier) கடற்பரப் பால் பிரிக்கப்பட்டது. இதனால் ஆஸ்ரேலியாவின் சூழ்நிலைக் காரணிகளுக்கேற்பச் சூல்பையுடைய மதலை இனங்கள் பலவாறாக மாறுதலுற்றுப் பெருகிக் கங்காரு (Kangaroo) முதலிய பல இனங் களாயின. ஆசியப் பெருநிலத்தில் சிறந்து காணப்பட்ட கொப் பூழ்க் கொடிப்பாலுண்ணிகள் (placental mammals) ஆசியாக் கண்டத்தில் சிறப்படைந்து பல இனங்களாயின. இதிலிருந்து இவ்விரு இனத் தொகுதிகளும் ஒரே வகை இனத்திலிருந்து தோன்றி வெவ்வேறு சூழலுடைய இடங்களில் பரவுதலாலும், இரு தொகுதிகளையும் பிரித்து வைக்கும் கடல் இயற்கைத் தடையாயிருப்பதாலும், இரண்டு தொகுதிகளும் வெவ்வேறு இனங்களாகப் பரிணமித்தன என அறிகிறோம். ஆஸ்திரேலியா நாட்டைத் தாயகமாக உடைய யுகாலிப்டஸ் (Eucalyptus) மரம் வேறெந்த நாட்டிலும் இயல்பாகக் காணப்படுவதில்லை. இன்று நம் நாட்டில் காணப்படும் யுகாலிப்டஸ் மரங்கள் ஆஸ்திரேலியாவி லிருந்து கொண்டுவந்து பயிரிட்டவைகளாகும்.

3 ஒப்புமை உள்ளமைப்பியல் சான்றுகள் (Evidence from Comparative Anatomy):

பரிணாம மட்டத்தின் கீழ்நிலையில் உள்ள தாவரங்களான தால்லோபைட்டா (Thallophyta), பிரையோபைட்டா போன்ற தாவரங்களில் வேர், தண்டு கிளை, இலை வேறுபாடற்ற தால்லஸ் (Thallus) என்ற உடல் பொதுவாக அமைந்துள்ளது. இப் பொது அமைப்பு இத் தாவரத் தொகுதிகள் யாவற்றிலும் அமைந்திருப்ப தால், இவை யாவும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையன; இவை யாவும் ஒரே அமைப்பைப் பெற்ற ஒருவகை ஆரம்ப இருப்புத் (Stock) தாவரங்களிலிருந்து உண்டாயின என்ற பரிணாமக் கருத்து விளங்குகிறது.

எல்லாப் பூக்கும் தாவரங்களிலும் (Angiosperms) தெளிவான மலர்கள் இனப்பெருக்கு உறுப்புக்களாகவும், வேர், தண்டு, இலை முதலிய உறுப்புக்களில் திசு வேறுபாடுகளும் (Tissue differentiation), சாற்றுக் குழாய்க் கற்றையில் (Vascular bundle) உள்ள சைலத்தில் (Xylem) வெஸெல்கள் (Vessels) உடையனவாகவும், புளோயத்தில் (Phloem) சல்லடைத் தட்டுக்களுடனும் (Sine pla e) காணப்படுகின்றன. இத்தகைய உள்ளமைப்பியல் ஒற்றுமைகள் இவைகள் யாவும் தமக்குள் தொடர்புடையன என்ற பரிணாமக் கருத்தினை விளக்குகிறது.

மனிதனின் கைகள், பறவையின் இறக்கைகள், குதிரையின் முன்னங்சால்கள் முதலிய உறுப்புக்கள் வேறுபாடான சூழ்நிலை யில் செய்தொழிலால் மாறுபட்டிருப்பினும், பிறப்பால் ஒத்தவை (Homologous organs). எனவே, இவைகளிடையே அடிப்படை யான ஒற்றுமை எலும்பமைப்பு இருப்பதைக் காணலாம். இவற்றில் காணும் ஒற்றுமையைப் பரிணாமக் கருத்தால் மட்டுமே விளக்க இயலும். இக் கருத்துப்படி, இவ் விலங்குகள் யாவும் ஒரு தாயினத்தினின்றும் பிரிந்தவை. பல்வேறு சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு தத்தம் உறுப்புக்களை மாற்றியமைத்துக்கொண்டு, பல வடிவங்களில் உருமாறிவிட்டன. ஆயினும், தாயினத்தின் அமைப்பு மாறாமல் அப் பொதுத் திட்டத்தின்மேல் வேறுபாடு களினால் புற அமைப்பியல் மாறுதல்கள் ஏற்பட்டன என அறி கிறோம்.

4. எச்ச உறுப்புகளிலிருந்து பெறப்படும் சான்றுகள் (Evidence from vestigeal organs): உணவு தயாரிக்கும் பசுமையான இலைகளோடு கூடிய தாவரங்களிலிருந்து காலப்போக்கில், பயன் படாத பச்சயமற்ற சிறிய செதில் இலைகளோடு (Scale leaves) கூடிய ஒட்டுண்ணிகள் (Parasites) தோன்றின என்பது தெளி வாகிறது. (உ-ம்) கஸ்குடா (Cuscuta), தென்னம் பூவில் (Cocos

nucifera) ஆண் பூத் தனியாகவும், பெண் பூத் தனியாகவும் காணப்படும். ஆண் பூவில் சூலகத்தைப் போன்ற தோற்ற முடைய வளமிலாச் சூலகம் (Pistillodo) உள்ளது. இதிலிருந்து இதன் முன்னோர்களில் இருபால் பூக்கள். (Bisexual flowers) அமைந்திருந்தனவென்றும், காலப்போக்கில் மாறுபட்ட பண் புடைய சந்ததிகள் (desecent with modification) தோன்றி, ஆண் பூக்களும் பெண் பூக்களும் தனித்தனி அமைப்புப் பெற்றன என்ற பரிணாமக் கருத்து உணர்த்தப்படுகிறது.

மனிதனுக்கு வால் இருப்பதற்கேற்ற வளர்ச்சி குன்றிய முதுகுத்தண்டு எலும்புகளும் அவற்றை இயக்கக்கூடிய தசை களும் (Muscles) உள்ளன. ஆனால், இது வெளியே தெரிவ தில்லை. இதிலிருந்து மனிதன் வால் உள்ள பாலூட்டிகளிலிருந்து சிறந்து பரிணமித்துள்ளான் என்பது புலனாகிறது.

5. **கருவியற் சான்றுகள்** (Embryological evidences): இரட் டைச் சிறகுக் கூட்டிலைகளுடைய (bipinnaltely compound leaves) வேல மரங்களின் (Acacias) நாற்றுக்களில் தனி இலைகள் காணப்படும். இதிலிருந்து வேல மரங்களின் முன்னோர்கள் தனியிலைகளைப் பெற்றிருந்தன என்றும், அவற்றி லிருந்து வேல்மரங்கள் தோன்றின என்பதும் தெளிவா கிறது. சில விலங்கினங்களில் கண்ட உண்மைகளி லிருந்து ஹேக்கெல் என்ற அறிஞர் உயிர்ப்பரம்பரை விதி (biogenetic law) என்பதனை உருவாக்கினர். இவ் விதியின்படி ஓர் உயிரினத்தின் கருவளர்ச்சியில் அதன் மூதாதையரின் பரம் பரை வரலாறு சுருங்கிய அளவில் திரும்பக் காண்பிக்கப்படு கிறது. இதுவே, சுருக்கமாக "உயிரினத் தனி வளர்ச்சி நிலை பரிணாமப் போக்கின் இன வரலாற்றினைக் குறிக்கும்" (Ontogeny recepitulates phylogeny") என்பதாகும். இதற்குப் பிரதிபலிப்புக் கொள்கை (recepitulation theory) என்றும் பெயர். மாஸ் (Moss plant) தாவரத்தின் வாழ்க்கை வட்டத்தில் பல செல்களுடைய பாசி போன்ற இழையமைப்பு (Filamentous type) காணப்படு வது கண்டு, மாஸ்கள் பாசிகளிலிருந்து தோன்றியவை என்று கருதப்படுகிறது. தவளையின் வாழ்க்கை வட்டத்தில் மீன் போன்ற செவுள் சுவாசமுள்ள (gill respiration) தலைப்பிரட்டை (Tadpole), காணப்படுவதால், தவளை மீன்போன்ற முன்னோர் களிலிருந்து தோன்றியவை என்பது பெறப்படுகிறது.

6. **ஒப்புமைச் செயலியல் சான்றுகள்** (Evidence from compa- rative Physiology): முதுகெலும்புள்ள விலங்குகளின் செரிக்கும் உறுப்புக்களும் (digestive organs), செரிப்பதற்கு உதவும்,

நொதிகளும் (Enzymes) ஒரே மாதிரியாக உள்ளதால் முதுகெலும் புடைய விலங்குகள் யாவும் தம்முள் உறவுள்ளவை; இவை பொது இனத்திலிருந்து தோன்றியவை என்பதும் தெளிவா கிறது.

சுயஜீவி ஊட்டமுறை (Autotrophic nutrition) உடைய பச்சயம் பெற்ற எல்லாத் தாவரங்களிலும் சூரிய வெளிச்சத்தி லிருந்து ஆற்றலைப் பெற்று, ஒளிச்சேர்க்கைப் பொருளில் (product of photosynthesis) சேர்த்து வைப்பதும், பின்னர் சுவாசித் தலின்போது அவ்வாற்றல் வெளிப்படுவதும் ஒரே மாதிரியாக நடைபெறுகின்றன. இதிலிருந்து இத் தாவரங்கள் செயலியல் மாறுதல்கள், அமைப்புக்கள் ஒரே மாதிரியாக அமைந்தவை. எனவே, இவை யாவும் உறவுள்ளவை என்ற பரிணுமக் கருத்து வெளிப்படுகிறது.

மேற்கூறிய பலவகையான சான்றுகளிலிருந்து உயிரினங் கள் ஒரே மாதிரியான நிலையில் இருந்தவை அல்லவென்றும், சூழ் நிலையால் எளிய நிலையிலிருந்து, பல மாறுதல்களால் வேறுபட்டுச் சிக்கலான அமைப்பைப் பெற்றன என்ற பரிணுமக் கருத்து நிலைநாட்டப்படுகிறது. புதிய இனங்கள் உண்டாவதற்குரிய அடிப்படையான காரணங்கள் சூழ்நிலை, வேறுபாடு (Variations) பாரம்பரியம் என்பவையாகும்.

A. சூழ்நிலை : உணவு, காலநிலை, தற்காப்பு, முதலிய சூழ்நிலைக் காரணிகளுக்கேற்ப உயிரினங்களின் உடலமைப்புக் கள் உண்டாகின்றன. இச் சூழ்நிலைக் காரணிகளில் சிறிது மாற்றம் ஏற்பட்டாலும் அவற்றில் வாழும் உயிரினங்களைப் பாதிக்கின்றன. புதிய சூழலுக்கேற்ப அவைகள் மாறு பட்டுப் புதிய உயிரினங்களாகின்றன. உலகில் தோன்றிய முதல் உயிரினத்திற்கும் இன்று காணப்படும் எண்ணிறைந்த உயிரினங்கள் உண்டாவதற்குள் ஏற்பட்ட மாறுதல்கள் ஏராளம்! ஏராளம்! தோன்றிய புதிய இனங்கள் பல; மடிந்து அழிந்தவை அநேகம். உயிரினங்களின் நீண்ட வரலாற்றில் ஏற்பட்ட ஒவ்வொரு மாறுதலுக்கும் சூழ்நிலையே காரணம்; இதன் விளைவே பரிணுமம்.

B. வேறுபாடுகள் : பெற்றோர்களுக்கும் பிள்ளைகளுக்கும் பெரும்பான்மையான பொதுப் பண்புகளில் ஒற்றுமை இருந் தாலும், சில வேறுபாடுகளும் இருக்கக் காண்கிறோம். வேறுபாடு களிற் சில பிறவி வேறுபாடுகளாகவும் (Germinal varaitions) சில சூழ்நிலை ஆதிக்கத்தினுல் தோன்றிய வேறுபாடுகளாகவும் (Enviornmental variations) இருக்கும். சில வேறுபாடுகள் தொடர் வேறுபாடுகளாகவும் (Continuous variations), சில தொடர்பற்ற

வேறுபாடுகளாகவும் (discontinuous variations) இருக்கக் காண்கிறோம். இத்தகைய வேறுபாடுகள் தாயினத்தினத்தினின்றும் வேறுபட்டுப் பின்வரும் சந்ததிகளிலும் காணப்பட்டால் புதிய இனமாகிறது. எனவே, வேறுபாடுகள் பரிணமத்திற்குரிய திறவுகோலாகும். (Change is the keynote of Evolution)

C. **பாரம்பரியம் :** பெற்றோரின் பண்புகள் பிள்ளைகளிடத்தில் காணப்படுவது பாரம்பரியமாகும். இனங்களில் பலவித காரணங்களால் புதிய பண்புகள் தோன்றும். இப் பண்புகள் பின்வரும் சந்ததிகளிலும் பாரம்பரியமாகக் காணப்பட்டால்தான் இது புதிய இனமாக நிலைத்து நிற்க முடியும். இன்றேல் அவை சீக்கிரம் மறைந்து அழிந்துவிடும். **எனவே, பாரம்பரியம் இல்லையின்றேல் பரிணமம் இல்லை.**

11. நவீன காலப் பரிணாமக் கொள்கைகள்

(Modern Theories of Evolution)

பரிணாமக் கருத்து பெரும்பான்மையான அறிஞர்களால் நிரூபிக்கப்பட்ட உண்மை என்று ஒத்துக்கொள்ளப்பட்டது. ஆயினும், பரிணாமம் எவ்வாறு நிகழ்ந்தது, அதற்கு அடிப்படையான காரணங்கள் யாவை, என்ற வினாக்களுக்கு உயிரியலறிஞர்களிடையே (Biologists) ஒருமித்த கருத்துக்களால் விடையளிக்க இயலவில்லை. சமீப காலத்தில் செல்லியல் (cytology), மரபியல் (Genitics) நிபுணர்களால் பரிணாமத்திற்கான காரணங்கள் படிப்படியாக விளக்கப்பட்டன. இந்த ஆராய்ச்சிகளின் பயனாகப் பரிணாமத்திற்குரிய அடிப்படைக் காரணங்களுக்கான கருத்துக்களில் உடன்பாடு ஏற்பட்டுள்ளது. பரிணாமத்திற்குரிய காரணங்களை ஆராய்ந்து மூன்று அறிவியலறிஞர்கள் விளக்கிய கொள்கைகளைக் காண்போம்.

1. லாமார்க்கின் கொள்கை

(Lamarck's theory)

ஜீன் பாப்டிஸ்ட் டி லாமார்க் (Jean Baptiste De Lamarck 1744—1829) என்ற அறிஞர் பிரெஞ்சு நாட்டின் அறிஞராவர். இவர் உருவாக்கிய பரிணாமக் கருத்துக்களுக்கு லாமார்க்கிஸம் (Lamarckism) என்று பெயர்.

" சூழ்நிலைக் காரணிகளிடையே உயிரினங்கள் வாழ்கின்றன. ஆகையினால், அவைகள் உயிரினங்களைப் பாதித்துக்கொண்டே இருக்கின்றன. சூழ்நிலையின் விளைவு உயிரினங்களில் உடனடியாகத் தெரிவதில்லை ; அதன் விளைவு வெளிப்பட நீண்ட நாட்கள் செல்லும். சூழ்நிலை மாறுதல்களினால் உயிரினங்களின் தேவைகளும் மாறுபடும். புதிய மாறுபட்ட தேவைகளுக்காக உயிரினங்

கள் புதிய செயல்களைச் செய்ய முயற்சிக்கும். இப் புதிய தேவைகளுக்குரிய செயல்களினால் சில உறுப்புக்களை அதிகமாகப் பயன்படுத்த வேண்டியிருக்கும். புதிய சூழலில் பயன்படுத்தப்படாத சில உறுப்புக்களுக்கு வேலையில்லாமலும் போகின்றன. தொடர்ந்து அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படும் உறுப்புக்கள் வலிமை அடைந்து புதிய உறுப்புக்களாகின்றன. பயன்படுத்தப்படாத உறுப்புக்கள் தம் நிலையிலிருந்து சிதைவுற்றுக் கடைசியில் அழிந்துவிடுகின்றன. சூழ்நிலையின் ஆதிக்கத்தால் பெற்ற புதிய பண்புகள் அடுத்த சந்ததியிலும் பாரம்பரியமாகக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. இங்ஙனம் தொடர்ந்து பல சந்ததிகளிலும் காணப்பட்ட புதிய பண்புகள் குவிந்து, சிறந்து புதிய இனம் உண்டாவதற்குக் காரணமாகிறது. விலங்குகளின் புதிய தேவைகளினால் ஆகிய முயற்சியால் புதிய உறுப்புக்கள் உண்டாகின்றன; பயன்படுத்தப்படாத தேவையற்ற உறுப்புக்கள் அழிந்து போகின்றன. பரிணாமப்படியின் கீழுள்ள விலங்குகளிலும் தாவரங்களிலும் சூழ்நிலையின் நேரடி ஆதிக்கத்தினால் வேறுபாடுகள் விளைகின்றன. மேற்கண்ட கருத்துக்களடங்கிய லாமார்க்கின் கொள்கை லாமார்க்கிஸம் எனப்படும்.

லாமார்க் தனது கொள்கையினை நிலைநாட்டப் பல மேற்கோள்களைக் காட்டி விளக்கினார். அவற்றுள் சிறப்புவாய்ந்த ஒட்டைச்சிவிங்கி (Giraffe) உதாரணமாகும். இன்றுள்ள ஒட்டைச்சிவிங்கியின் முன்னோர்களுக்குத் தரையில் முளைத்துள்ள புற்களும் சிறு செடிகளுமான உணவு போதிய அளவில் கிடைக்க முடியாமற் போயிற்று. அதனால், அவை உயர்ந்த மரங்களில் உள்ள இலைகளைத் தின்ன ஆரம்பித்தன. உயரமான மரங்களில் உள்ள இலைகளை உணவாகக் கொள்ள உணர்வாற்றலுள்ள (conscious) முயற்சியைத் தொடர்ந்து பல சந்ததிகளிலும் மேற்கொள்ளுதலால் அவற்றின் கழுத்துக்களும், முன்னங் கால்களும் நீண்டு வளர்ந்தன. (இதற்குரிய சூழ்நிலை—உயர்ந்த மரங்கள். முயற்சி — அவற்றில் உள்ள இலைகளைப் பெறுவது. முயற்சியுடைய உறுப்புக்கள் — தொடர்ந்து பயன்படுத்தப்படும் கழுத்தும் முன்னங் கால்களும். விளைவு — நீண்ட கழுத்தும் நீண்ட முன்னங் கால்களும்.)

இன்றுள்ள பாம்புகளின் முன்னோர்களுக்குப் பல்லிகளைப் போன்ற கால்கள் இருந்தன. ஊர்வன (Reptiles) விலங்குகள் இவைகளுக்கு அடுத்தபடியாகத் தோன்றிய பாலூட்டிகளுடன் (Mammals) போட்டியிட இயலாமல், பாம்புகள் வளைகளிலும் நிலத்தில் உள்ள குழிகளிலும் சென்று மறைந்து வாழவேண்டிய சூழ்நிலை ஏற்பட்டது. அப் புதிய சூழலில், அவை அவற்றின்

கால்களைப் பயன்படுத்த முடியாமல் நகர்ந்து வாழ்ந்து வந்தன. தொடர்ந்து பயன் படுத்தப்படாத கால்கள் தொடர்ந்து வரும் பல சந்ததிகளிலும் அளவில் குறைந்து, பிறகு கால்களே இல்லாமற் போய்விட்டன. பல சந்ததிகளில் நிலத்தில் ஊர்ந்து வாழ்ந்து வந்ததினால் பாம்புகளின் உடல்கள் சுருங்கி விரியும் தன்மையைப் பெற்றன.

லாமார்க்கிஸத்தின் முக்கிய கருத்துக்கள் : 1. சூழ்நிலையின் ஆதிகத்தினால் வேறுபாடுகள் நிகழ்கின்றன.

2. பயன்படுத்தப்படும், பயன்படுத்தப்படாத உறுப்புக்களில் விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன.

3. இங்ஙனம் ஓர் உயிரினத்தில் சூழ்நிலையால் பெற்ற பண்புகள் அடுத்த சந்ததிகளிலும் பாரம்பரியமாகக் கொண்டு செல்லப் படுகின்றன.

லாமார்க்கின் கருத்துக்குக் கூறப்பட்ட மறுப்புக்கள் : முதலிரண்டு கருத்துக்களுக்கும், அவ்வளவான மறுப்புக்கள் இருக்கவில்லை ஆனால், சூழ்நிலையால் பெற்ற பண்புகள் பாரம்பரியமானவை என்ற கருத்து பல அறிஞர்களாலும் உறுதியுடன் மறுக்கப்பட்டது.

1. லாமார்க்கின் கொள்கைகள் பாரம்பரைப் பண்புகளையோ, அவற்றின் உண்மை நிலைகளையோ அடைப்படையாகக் கொண்டவையல்ல.

2. போரில் கால்களையும், கைகளையும் இழந்த போர் வீரனது மக்கள் முடமாகப் பிறப்பதில்லை

3. லாமார்க்கின் கொள்கைக்கு வீஸ்மேன் (Weismann 1892) என்ற அறிஞர் உருவாக்கிய ஜெம் பிளாசக் கொள்கை பெரியதொரு எதிர்ப்பாக அமைந்தது. இக் கொள்கையின் கருத்தாவது: கேமீட்டுகள் இணைந்து ஸைகோட் உண்டாகிறது. அது பகுப்படைந்து பல தசைகளும், எலும்புகளும் ஆகிய உறுப்புக்களுடைய புதிய உயிரினம் ஆகிறது. இங்ஙனம் உடலை உருவாக்கும் செல்களுக்கு ஸோமா (Soma) அல்லது உடலம் என்று பெயர். ஸைகோட்டிலிருந்து பிரிந்த சில செல்கள் மாறுபாடு அடையாமல் உள்ளன. இவை இனப்பெருக்கு செல்களை உண்டாக்குகின்றன. இச் செல்களுக்கு ஜெம் செல்கள் (Germ cells) என்றும், இவைகளின் தொகுதிகளுக்கு ஜெம்-பிளாஸம் (Germ-plasm) என்றும் பெயர். இத்தகைய ஜெம்பிளாஸம் அடுத்த பாரம்பரியத்திலும் தொடர்ந்து செல்லுகிறது. சூழ்நிலையின் ஆதிகத்தினால் முயன்று பெற்ற மாறுபாடுகள் ஸோமா என்ற உடலச் செல்களில் தான்

காணப்படும். ஆனால், ஸோமா என்ற உடலப்பகுதி உயிரினம் இறந்துபட்டால் அழிந்துவிடுகிறது. எனவே, சூழ்நிலையால் பெற்ற மாறுபாடுகள் பாரம்பரியமாவதில்லை.

வீஸ்மேன், பல சந்ததிகளிலும் எலிகளின் வால்களைத் தொடர்ந்து வெட்டிய பின்னரும் அவைகளிலிருந்து உண்டாகிய எலிகள் வால்களுடன் இருப்பதைக் கண்டார். இப் பரிசோதனையிலிருந்து, "முயற்சியால் பெற்ற பண்புகள் பாரம்பரியமானவை **(Acquired charactes are interited)**" என்ற லாமார்க்கின் கொள்கையை மறுத்தார். லாமார்க்கிற்குப் பின் வந்த அவரது கொள்கையினை ஆதரித்தவர்கள் அக் கொள்கையினைச் சிறிது மாற்றியமைத்துக் கொண்டார்கள். இங்ஙனம் மாற்றியமைத்துக் கொண்ட லாமார்க்கின் கொள்கைக்குப் புதிய லாமார்க்கிஸம் **(Neo. Lamarckism)** என்று பெயர். இக் கொள்கையின்படி சூழ்நிலையால் பெற்ற வேறுபாடுகள் பல சந்ததிகளிலும் ஒரேமாதிரியாகத் தொடர்ந்து நிலைத்திருக்குமானால், அவற்றினால் பாரம்பரியத் தன்மை பாதிக்கப்பட்டு, அவ் வேறுபாடுகள் பின்வரும் சந்ததிகளில் தோன்றிப் புதிய இனங்களை உண்டாக்க வகை செய்யும். உதாரணமாகக் கள்ளி **(cactus)**, பாச்சான் **(Euptorbia tricalli)** ஆகிய தாவரங்களின் வறள் நிலத் தாவரத் தன்மைகளுக்குத் தொடர்ந்து நிகழ்ந்த ஒரேவிதமான சூழ்நிலை ஆதிக்கமே காரணம் என்ற விளக்கம் கூறப்பட்டது.

பான்னியர் **(Bonnier)** என்பவர் செய்த ஆராய்ச்சியினால் இதற்கும் மறுப்புக் கூறப்பட்டது. சமவெளியில் வாழ்ந்த தாவரங்களை மலையுச்சிகளுக்குக் கொண்டுபோய் வளர்த்தால், அப் புதிய வாழ்விடத்திற்குரிய சூழ்நிலை மாறுபாடுகள் உண்டாகின்றன. 18 ஆண்டுகள் பல சந்ததிகளிலும் இங்ஙனம் மலைமுகட்டுத் தாவரங்களாக **(Alpine Vegetation)** வாழ்ந்த தாவரங்கள் மீண்டும் சம வெளிக்கு மாற்றப்பட்டன. இத் தாவரங்கள் சமவெளியில் வளரும்போது புதிய சூழலினால் ஏற்பட்ட மலைமுகட்டுத் தாவரப் பண்புகள் மறைந்து முன்பு காணப்பட்ட பழைய சமவெளிப் பிரதேசத் தாவரப் பண்புகள் காணப்பட்டன. இதிலிருந்து நீண்ட காலம் சூழ்நிலை ஆதிக்கத்தினால் உயிரினங்களின் சில பண்புகள் மாறினாலும் அவற்றின் பாரம்பரியப் பண்புகள் மாறுவதில்லை என அறிகிறோம். இப் பரிசோதனையினால் புதிய லாமார்க்கிஸக் கொள்கையும் வலிமையிழந்து போயிற்று.

சூழ்நிலையால் பெற்ற பண்புகள் பாரம்பரியமானவை என்ற இதேவிதமான கருத்தை டார்வின் தனது உயிர்ப்பொருள் கோட்பாட்டின் மூலம் **(Pangenesis hypothesis)** விளக்கியுள்ளார். இக்கோட்பாட்டின் கருத்தாவது; உயிரினங்களின் உறுப்புகள்.

குறிப்பிட்ட உயிர்த் துகள்களை (gemmules or pangenes), உண்டாக்கின. இவை இரத்தத்துடன் கலந்து இனப்பெருக்க உறுப்புக்களுக்குச் சென்று இனப்பெருக்குச் செல்களாகின்றன. உயிரினத்தின் ஒவ்வொரு உறுப்பும் உயிர்ப் பொருள்களிலிருந்து உண்டாகிய இனப்பெருக்கு செல்லில் பங்கு பெறுகின்றது சூழலால் மாறுபாடுகளைப் பெற்ற உடலச் செல்கள் உயிர்ப் பொருள்களை மாற்றுவதால் அவை அடுத்த பரம்பரையிலும் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. இக்கொள்கையும் உண்மை நிலைக்கு மாறுபட்டிருப்பதால் உயிரியலறிஞர்களால் ஏற்றுக் கொள்ளப்படுவதில்லை.

2. டார்வினின் இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கை (Darwin's Theory of Natural Selection):

பரிணாமக் கருத்துக்களிலெல்லாம் மிகுந்த செல்வாக்கு வாய்ந்தது டார்வினது இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கையாகும். சார்லஸ் டார்வின் (Charles Daswin 1809—1882) தனது 'இனத்தோற்றம்' என்ற நூலின் வாயிலாக 1859-ல் தனது பரிணாமக் கொள்கையினை வெளியிட்டார். டார்வின் உலகின் பல பாகங்களுக்கும் சென்று பல்லாயிரக்கான உயிரினங்களைக் கண்டு, சேகரித்துஒப்பு நோக்கியபின் தனது இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கையை வெளியிட்டார். டார்வினது கருத்தினை ஒத்ததொரு கருத்தை இதே சமயத்தில் ஆல்ஃபிரெட் ரஸ்ஸெல் வால்ஸ் (Alfred Russel Wallace) வெளியிட்டார். டார்வினது கொள்கையின் சிறப்பான கருத்துக்களாவன :

1. மிதமிஞ்சிய இனப்பெருக்கம் (Over production).

2. வாழ்க்கைப் போர் (Struggle for existence).

3. வேறுபாடுகள் (Variations).

4. தக்கன வாழ்தலும், இயற்கைத் தேர்வும் (Survival of the fittest and Natural Selection).

1. மிதமிஞ்சிய இனப்பெருக்கம் : உயிரினங்களின் இனப் பெருக்கம் அவைகளின் முக்கியமான பண்புகளில் ஒன்று. ஆனால்; அவை மிதமிஞ்சிய இனப்பெருக்கத்தினால் தேவைக்கு மிகுதியாகத் தங்களினத்தை விருத்தி செய்கின்றன. உதாரணமாக ஒரு ஈ (Housefly) தடையின்றி இனப்பெருக்கம் செய்தால் 18 வாரங்களில் 50 கோடி ஈக்களுக்குமேல் ஆகிவிடும். விலங்குகளுக்குள் யானை மிகவும் குறைவாக இனப்பெருக்கம் செய்யும். ஒரு பெண்யானை தன் ஆயுளில் 6 தடவை குட்டிகளை ஈனும் இப்படியாக, இனப் பெருக்கம் தொடர்ந்து நடைபெற்றால் 750

ஆண்டுகளில் 1 கோடியே 90 லக்ஷம் யானைகள் உண்டாகிவிடும். ஆனால் உண்மையில் இத்தகைய எண்ணிக்கையில் பலவாகிய பெருக்கம் நடைபெறுவதில்லை.

2. வாழ்க்கைப்போர் : இனப்பெருக்கத்தின் மூலம் உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை வடிவ இயல்முறை விகிதத்தில் (Ceometrical ratio) அதிகமாகின்றது. ஆனால், உயிரினங்களுக்கு வேண்டிய உணவு, இடம் முதலிய தேவைப்பொருள்கள் குறிக்கணக்கியல் விகிதப்படி (Algebraic Ratio) அதிகரிக்கின்றன. (மால்துஸ் Malthus) இதனால், உயிரினங்கள் இத் தேவைப் பொருள்களுக்காக அன்றாடம் போரிடுகின்றன. இவ் விதமான வாழக்கைப்போர் ஒத்த உயிரினங்களிடையே ஒரே மாதிரியான தேவைப் பொருள்களுக்காக நிகழலாம்; அல்லது மாறுபட்ட இனங்களிடையேயும் நிகழலாம. வாழ்க்கைப்போரின் காரணமாகப் பெரும்பாலான உயிரினங்கள் முதிர்ச்சியடையும் முன்னரே அழிக்கப்பட்டுவிடும். எஞ்சிய மிகச்சிறிய எண்ணிக்கையிலான உயிரினங்கள் வாழ்ந்து, வளர்ந்து இனப்பெருக்கம் செய்விக்கும். இவ்விதமாக வாழ்க்கைப்போர் உயிரினங்களின் மிதமிஞ்சிய இனப்பெருக்கத்தினைத் தடுக்கிறது. எனவே ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் உள்ள உயிரினங்களின் எண்ணிக்கை மிகவும் அதிகமாகாமல் ஒரு எல்லைக்குள் இருக்கிறது இப்படியாக வாழ்க்கைப்போர் இயற்கைச் சமநிலையைப் (Balance of Nature) பாதுகாக்க உதவுகிறது.

3. வேறுபாடுகள் : உயிரினங்களில் பலவிதமான வேறுபாடுகள் உள்ளன. இவ்வேறுபாடுகளில் நடுநிலையான (Neutral) தீங்கிழைக்கும் (harmful), பயன்படும் (useful) என்ற மூன்று விதமானவை உள்ளன. நடு நிலையான வேறுபாடுகளால் அவற்றைப் பெற்றுள்ள உயிரினங்களுக்கு நன்மையும் விளைவதில்லை; தீமையும் விளைவதில்லை. இரு இனங்களுக்கிடையேயுள்ள இலைகளின் உருவம், தண்டுக கிளைத்தல் (type of branching), கனிகளின் உருவம் ஆகியவைகள் நடுநிலை வேறுபாடுகளைச் சேர்ந்தவைகள். தீங்கிழைக்கும் வேறுபாடுகள் உயிரினங்களின் வாழ்க்கைப் போருககு முட்டுக்கட்டையாக உள்ளன. வாழ்க்கைப் போருக்குத் தீங்கிழைக்கும் வேறுபாடுகள் சிறியனவாக இருந்தாலும், பெரிய தீமை ஏற்பட்டு இதன் விளைவாக உயிரினமே அழிந்து விடுகிறது. உதாரணமாகக் குறைந்த பச்சயத்தோடு கூடிய இலைகளுள்ள தாவரங்கள் தம் குறை ஆற்றலினால், குறைந்த அளவு ஒளிச்சேர்க்கை நடைபெற்றுத் தாவரத்தின் அழிவிற்குக காரணமாகிறது. பயன்படும் வேறுபாடுகள் உயிரினங்களின் வாழ்க்கைக்கு உதவுகின்றன. வறள் நிலத் தாவரங்களில் நீர் விரயமாகாமல் தடுக்க அமைந்த ஏற்பாடு

களும், மூடுபனித் தடுப்பாற்றலுக்குரிய தக அமைவுகளும், மகரந்தச் சேர்க்கை, கனிவிதை பரவுதலுக்குரிய வேறுபாடுகளும் நன்மை பயப்பன. வாழ்க்கைப் போரினால் ஏற்படும் போட்டியில் இவ்வேறுபாடுகளுடைய தாவரங்கள் எஞ்சிப் பிழைத்து, மற்ற தாவரங்களைவிட நல்ல நிலையில் உள்ளன. விலங்குகளின் வேகம், உணர்திறன், பார்க்கும், கேட்கும் ஆற்றல் அதிகமானால் அவை, அவற்றின் எதிரிகளிடமிருந்து எளிதில் தப்பிப் பிழைத்தலுக்குரிய சந்தர்ப்பங்கள் அதிகமாகின்றன.

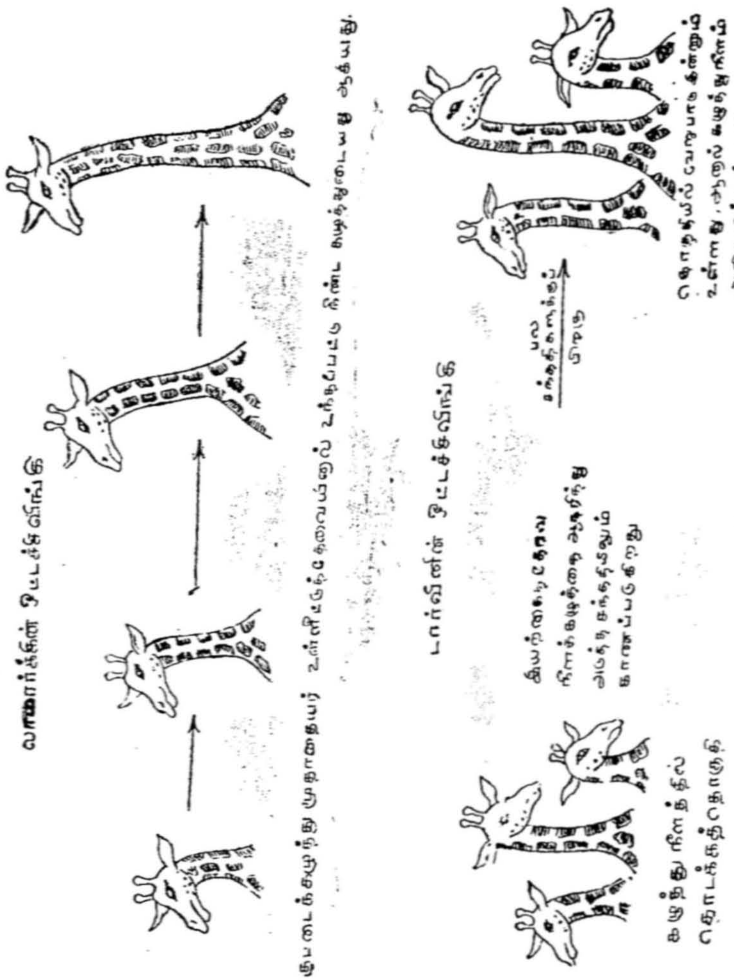
4. இயற்கைத்தேர்வு: நன்மை தரும் வேறுபாடுகளுடைய உயிரினங்கள் வாழ்க்கைப்போரில் வென்று, தப்பிப்பிழைத்து உயிர் வாழ்கின்றன- இங்ஙனம் வாழ்க்கைப்போர் தக்கனவாழ் தலுக்கு (Survival of the fittest) வழிகாட்டி, தகுதியற்ற, குறைந்த தகுதியுடைய உயிரினங்களின் அழிவிற்குக் காரணமாகின்றன. உதாரணமாகக் கடுங்குளிரின் காரணமாக அதிக உரோம வளர்ச்சியுடைய ஆடுகள் தப்பிப் பிழைக்கின்றன; இத்தகைய பயன்தரும் வேறுபாடு அமைந்திராத ஆடுகள் அழிந்து விடுகின்றன.

பயன்படக்கூடிய வேறுபாடுகளைப்பெற்ற உயிரினங்களே வளர்ந்து முதிர்ச்சியடைகின்றன. இவ்வேறுபாடுகள் பின்வரும் சந்ததிகளிலும் காணப்படுகின்றன. இப்புதிய வேறுபாடுகளைப் பெற்ற உயிரினங்களிடையே மீண்டும் வாழ்க்கைப்போர் ஏற்பட்டு, அதன் விளைவாகச் சில பயன்தரும் வேறுபாடுகள் உண்டாகின்றன. இவ்விதமாக, வாழ்க்கைப் போருக்குப் பயன் படும் வேறுபாடுகள் தொடர்ந்து பல சந்ததிகளிலும் பாரம்பரிய மாக வரும் உயிரினங்கள் வாழ்கின்றன. பயன்படாத வேறு பாடுகளுடைய உயிரினங்கள் அழிந்துவிடும். தக்கன வாழ்தல் என்பது ஓசையின்றிக் காண முடியாத அளவிற்கு இயற்கை செய்யும் தேர்வு ஆகும் இதுவே இயற்கைத் தேர்வு என்ற டார்வினது கொள்கையாகும்.

உயிரினங்களில் தொடர்பற்ற வேறுபாடுகளைவிடச் (dis-continous variations) சிற்றலைவு வேறுபாடுகளே (small fluctuating variations) பரிணாமத்திற்கு மிகவும் முக்கியமானதென்று டார்வின் கருதினார். இத்தகைய சிற்றலைவு வேறுபாடுகள் பல சந்ததிகளிலும் கைவரப்பெற்றுக் குவிந்து, பழைய உயிரினத்தில் மிகவும் முக்கியமான அமைப்பு வேறுபாடு ஏற்பட்டு, அதனால் அது புதிய இனமாக மாறுகிறது.

டார்வினது இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கையை ஒட்டைச்சிவிங் கியின் மூலம் விளக்கலாம். ஒரே சந்ததியைச் சேர்ந்த ஒட்டைச் சிவிங்கிகளின் கழுத்து நீளம் மாறுபட்டுக் காணப்படுகிறது;

மற்றவைகளைவிடச் சிறிது நீளமான கழுத்துடைய விலங்கு களுக்கு அதிக உணவு கிடைக்கிறது. இதனால் இவை பிழைக் கின்றன. நீளமான கழுத்து என்னும் பண்பு நன்மைதரும் வேறுபாடு; அதனால் இப்பண்பு பின்வரும் சந்ததிகளிலும்



படம் 53
லாமார்க், டார்வினின் பரிணாம விளக்கம்

காணப்படுகிறது. சந்ததிகள் தோறும் குவிந்து சிறந்த இப்பண் பினால் இறுதியில் மிகவும் நீளமான கழுத்துடைய ஒட்டைச்சிவிங்கி உண்டாகிறது.

டார்வினது பரிணாமக் கருத்துக்களைப் பொதுவாக அறிஞர்கள் பலர் ஏற்றுக்கொண்ட போதிலும், அவரது கொள்கைக்கும் சில மறுப்புக்கள் கூறப்பட்டன. அம்மறுப்புக்களுக்கும் அவ்வப்போது விடைகள் அளிக்கப்பட்டன.

(a) உயிரினங்களில் காணப்படும் சிற்றளவு வேறுபாடுகளுக்கு உயிரினங்களைக் காக்கும் ஆற்றல் இருந்திருக்க முடியாது என்பது மறுப்பாகும். வாழ்க்கைப்போரின் விளைவாக ஏற்படும் அற்பமான வேறுபாடும் பிழைப்பிற்கு உதவும் என்பது விடையாகும்.

(b) சிற்றளவு வேறுபாடுகள் சந்ததிகள் தோறும் பாரம்பரியமாகக் காணப்படும் என்ற டார்வின் கருத்தினை மற்ற அறிஞர்கள் ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை.

(c) சில உயிரினங்களின் உறுப்புக்கள் தங்கள் பயனுக்கு மீறிய தனிச்சிறப்புக்களைப் (Over specialisation) பெற்றுள்ளன. உதாரணமாக யூக்கா (Yucca) என்னும் செடியில் புரோனூபா யூக்காஸெல்லா (Pronuba Yuccacella) என்ற பூச்சியினத்தினால் தான் மகரந்தச்சேர்க்கை நிகழ்த்தமுடியும். சூழ்நிலை மாறுதலால் உண்டாகிய பயன்படும் வேறுபாட்டினை இயற்கை தேர்ந்தெடுத்ததனால் இச்செடியின் பூ அளவிற்கு மீறிய தனிச்சிறப்பைப் பெற்றது என்பது டார்வின் கொள்கை தரும் விளக்கம். உண்மையில் இப்பூக்களில் இயற்கைத்தேர்வின் வரம்பிற்குமீறிய சிறப்பினால் நன்மையைவிடத் தீமையே விளைகிறது.

(d) ஆண் மானுக்கு நீண்ட வலிய கொம்புகளும், ஆண் மயிலுக்கு அழகிய நீண்ட தோகையும், சிறப்பு அமைப்புக்களாகச் சில விலங்குகளில் காணப்படுகின்றன. ஆணினத்திற்கு மட்டும் தனியாக இயற்கைத் தேர்வு நிகழ்ந்திருக்க முடியாது என்பது டார்வின் கொள்கைக்குக் கூறப்பட்ட மறுப்பாகும். இவ்விதமான மறுப்பை டார்வின் ஏற்று, அதை விளக்கப் "பால் தேர்வு"க் (Sexual selection) கொள்கையினை வெளியிட்டார். இக்கொள்கைப்படி உயிரினங்களில் பெண்ணினத்தை ஆணினம் காக்கிறது. பெண்கள் அழகும் வலிமையும் பொருந்திய ஆணினங்களைத் தங்களுக்குத் துணையாகக் கொள்ளுகின்றன. இவற்றின் காரணமாகச் சில சிறப்பு அமைப்புக்கள் ஒரு பாலினத்தில் மட்டும் தோன்றின என்பது டார்வினது விளக்கமாகும்.

(e) டார்வினது இயற்கைத் தேர்வுக் கொள்கைப்படி, தாயினத்தில் ஏற்படும் சிற்றளவு வேறுபாடுகளை ஏற்றுப் புதிய இனம் உண்டாகும். இது உண்மையானால், இத்தகைய இனங்களுக்கிடையே தோன்றிய இடைநிலையில் உள்ள (Intermediaries)

பல உயிரினங்கள் இருந்திருக்க வேண்டும். இம் மாதிரி உயிரினங்கள் இயற்கையில் காணப்படுவதில்லை.

டார்வினது பரிணாமக் கொள்கைக்குச் சில மறுப்புக்கள் கூறப்பட்ட போதிலும் பரிணாமக் கருத்தின் வளர்ச்சிக்கு அவருடைய கருத்துக்கள் உரமிட்டன என்பது தெளிவாகிறது.

3. ஹியுகோ டி விரிஸின் சடுதி மாற்றக் கொள்கை (Mutation theory of Hugo de viries):

ஹியுகோ டி விரிஸ் என்ற ஹாலந்து நாட்டு அறிஞர் ஒனோதீரா லாமார்க்கியானு (Oenothera lamackiana) என்ற செடி ஹாலந்து நாட்டில் தன்னிச்சையாக வளர்ந்திருப்பதைக் கண்டார். இச் செடிகளில் இயற்கையாகத் திடீரென்று பல புதிய பண்புகளுள்ள செடிகள் தோன்றுவதையும் கண்டார். இவற்றில் ஓ. ஜைகாஸ் (O. Gigas) என்பது பெரிய உருவத்துடன் காணப்பட்டது. ஓ. நானெல்லா (O. Nanella) என்பது குறுகிய உருவமுடையதாகக் (Dwarf) காணப்பட்டது. ஓ. லாடா (O lata) என்னும் செடி அகன்ற இலைகளுடன் காணப்பட்டது. இவற்றுள் முதலில் கண்ட ஒனோதீரா லாமார்க்கியானு என்னும் செடியில் உண்டாகிய தொடர்பற்ற திடீர் மாற்றங்களால் இத்தகைய பல புதிய இனங்கள் உண்டாயின என்பது டி விரிஸின் கருத்தாகும். தொடர்பற்ற இவ் வேறுபாடுகளே சடுதி மாற்றங்கள் (Mutations) எனப்படும். இத்தகைய வேறுபாடுகள் புதிய சந்ததிகளிலும் காணப்பட்டுப் புதிய இனங்களாயின. கொம்புகள் உள்ள ஆட்டினத்தில் கொம்புகளற்ற ஆட்டினம் தோன்றுவது சடுதி மாற்றத்தின் விளைவேயாகும்.

டி. விரிஸின் சடுதிமாற்றக் கொள்கையின் கருத்துக்களாவன:

புதிய சிற்றினங்களும் (races), இனங்களும் படிப்படியான சிற்றலைவு வேறுபாடுகளால் (டார்வின்) உண்டாகலாம். தொடர்பற்ற திடீரெனத் தோன்றும் வேறுபாடுகளால் உண்டாகின்றன. சிற்றலைவு வேறுபாடுகள் உயிரினங்களின் ஊட்டமுறையைப் பொறுத்தது. எனவே, அவை உயிரினங்களில் நிலைத்த மாறுதல்களை உண்டுபண்ணுவதில்லை. இவ் வேறுபாடுகளில் தேர்வு (Selection) நிகழ்ந்து இனத்தின் பொதுநிலையை மாற்றும். சிற்றலைவு மாறுதல்கள் அவைகளுக்குக் காரணமான பொருள்கள் இருக்கும் வரை இருக்கும்; தேர்வு நிகழ்வது நின்றுவிட்டால் இனம் மீண்டும் பழைய நிலைக்கே வந்துவிடும்.

உயிரினங்களில் நிலையான மாறுதல்களை சிற்றலைவு வேறுபாடுகள் உண்டாக்குவதில்லை. ஆனால், இத்தகைய மாறுதல்களைச் சடுதி மாற்றம் என்ற தொடர்பற்ற மாறுதல் ஏற்படுத்து

கிறது. சடுதி மாற்றம் என்பது திடீரெனத் தோன்றும்; உயிரினங்களில் எப்பகுதியில் எத்தகைய அமைப்பில் நடைபெறும் என்பதை முன்னதாக ஊகித்தறிந்துகொள்ள முடியாது. சடுதி மாற்றம் சூழ்நிலையினுலோ, கல்வியினுலோ ஏற்பட்டதல்ல.

சடுதி மாற்றம் என்பது பாரம்பரியமாகக் காணப்படும். சிற்றலைவு வேறுபாடுகள் என்பவை சூழ்நிலையினுல் ஏற்பட்டவை. சூழ்நிலையினுல் ஏற்பட்ட மாறுதல்கள் உடலத்தைப் பாதித்துப் பிறகு ஜெம்பிளாஸத்தையும் (Germplasm) தற்காலிகமாகப் பாதிக்கும் ஜெம்பிளாஸத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்கள் உயிரினங்களுக்குள் ஏற்படும் நிலைகளினுல் தன்னிச்சையாக ஏற்படும். சடுதிமாற்ற வேறுபாடுகளில் பெரும்பாலானவை பயன்படாததினுல் அழிந்துவிடுகிறது. பயன்தரும் சடுதிமாற்றங்கள் நிலைத்து விடுகின்றன. எனவே, சூழ்நிலை என்பது சடுதி மாற்றங்களை உண்டாக்குவதில்லை; ஆனுல், எத்தகைய சடுதி மாற்றங்கள் உயிரினங்களில் நிலைத்திருக்க வேண்டும் என்பதைத் தீர்மானம் செய்கின்றன. இவரது அபிப்பிராயப்படி சிறியவைகளைவிடப் பெரிய தனித்த சடுதி மாற்றங்களே பரிணமத்திற்கு ஆதாரமானவை.

உயிரினங்களில் புதிய பண்பு திடீரென்று சடுதி மாற்றத்திஞல் ஏற்படுகிறது. சூழ்நிலை இப் புதிய பண்பான வேறுபாட்டினை ஒருமுகப்படுத்துகிறது. அதாவது, சூழ்நிலை உயிர்வாழ உதவும் சடுதி மாற்றங்களைத் தேர்ந்தெடுக்கிறது. சூழ்நிலையால் ஏற்பட்ட பயன்படாத வேறுபாடுகளை இயற்கை நீக்கிவிட்டுச் சூழலுக்குப் பயன்படும் வேறுபாடுகளைப்பெற்ற இனங்களைத் தேர்ந்தெடுக்கிறது.

சுருங்கக்கூறின், உயிரினங்களில் தொடர்பற்ற வேறுபாடுகள் சடுதி மாற்றத்திஞல் தோன்றுகின்றன. இவற்றில் சூழ்நிலைக்குப் பயன்படும் வேறுபாடுகளை இயற்கை தேர்ந்தெடுக்கிறது. இவ் வேறுபாடுகளைப் பெற்ற உயிரினங்கள் பாரம்பரியமாக வந்து புதிய இனமாகிறது.

பாரம்பரியமும் சடுதி மாற்றமும் (Heredity and Mutation): உயிரினங்களில் ஏற்படும் சடுதி மாற்றத்திஞல் அவைகளில் உள்ள ஜீன்களில் அடிப்படையான மாறுதல் ஏற்படுகிறது. சடுதி மாற்றத்திஞல் ஜீன்களில் எந்தவிதமான இழப்பும் ஏற்படுவதில்லை. ஆனுல், அதன் அமைப்பிலேதான் மாறுதல் ஏற்படுகிறது. அதுவும் அடங்கு தன்மையுடையது. மாறுபட்ட ஜீன்களில் சடுதி மாற்றங்களின் போக்கும் விகிதமும் மாறுபடும். பெரும் விளைவுள்ள திடீர்மாற்றங்கள், இயல்பான வளர்ச்சியையும் வேலையையும் பாதிக்கின்றன. எனவே, குறைந்த மாற்றங்களை

விளைவிக்கும் சடுதி மாற்றங்களே பரிணாமத்திற்கு முக்கியமானவைகள். இவைகளுக்கு நுண் சடுதி மாற்றங்கள் (Micro-mutations) என்று பெயர். இவற்றின் விளைவு உயிரினங்களில் வெளியே தெரிவதில்லை. இத்தகைய நுண்சடுதி மாற்றங்கள் உயிரினங்களுக்கு நன்மை பயப்பதாக இருந்தால் பரிணாமத்திற்கு மிகவும் உகந்ததாக இருக்கும்.

சடுதி மாற்றத்தினால் உண்டாகும் வேறுபாடுகள் இலக்கு அற்றவை (non-directive), பலனற்றவையாயும் (non-purposive) உள்ளன. சூழ்நிலையினால் சடுதி மாற்றங்கள் இயங்குபவை அல்ல. உயிரினத்தின் குறிப்பிட்ட காரியத்தை நிறைவேற்றவும் சடுதி மாற்றம் உண்டாவதில்லை. சடுதி மாற்றம் உயிரினத்தில் நிகழுகிறது. அது உயிரினத்திற்கு உபயோகமாக இருந்தால் அது குவிந்து பாரம்பரியமாகப் பெற்றுப் புதிய உயிரினமாகிறது. சடுதி மாற்றம் அடைந்த ஜீன் உயிரினத்தின் ஜீனோடைப்புடன் ஒத்துச்செயலாற்றுகிறது. எனவே, பரிணாமத்தில் நிலைத்துவிடுகிறது.

12. பரிணாமக் கருத்தின் இன்றைய நிலை

பரிணாமக் கருத்தின் இன்றைய நிலையில் அதைச் சரிவரப் புரிந்து கொள்ளவும், விளக்கவும் மற்ற அறிவியல் பகுதிகளான மரபியல், வளர்ச்சிச் செயலியல் (Developmental physiology), தொல்லுயிரியல், வேதியியல் (Chemistry), செல்லியல் (Cytology), கணக்குப் பகுப்பு (Mathematical analysis) முதலியவைகளின் உதவியைக்கொண்டு உருவாகியதே "பரிணாமம் என்னும் நவீனக் கூட்டுத் தொகுப்பு" (Evolution of the Modern synthesis") என்று ஜுலியன் ஹக்ஸிலி ((Julian Huxley) கூறுகிறார். இக் கருத்தினை உருவாக்கப் பல அறிஞர்கள் செய்த ஆய்வுகளும் பல அறிஞர்கள் தொகுத்து வெளியிட்ட ஆய்வு நூல்களும் மிகவும் பயன்பட்டன. இக் கருத்தினை உருவாக்குவதில் பின்வரும் அறிஞர்கள் பெரும் பங்கெடுத்துக் கொண்டனர். ஜே. பி. எஸ். ஹால்டேன் ((J.B S. Haldane). ஜி. ஸி. ஸ்ம்ப்ஸன் (G C. Simpson), என்னெஸ்ட் மேயர் (Earnest Mayr), டி. டாட்ஸான்ஸ்கி (D. Dobzhansky), முல்லெர் (Muller), வாடிங்டன் (Waddington), ஸ்டெப்பின்ஸ் (Stebbins), ஃபிஷர் (Fisher), ஷெப்பார்ட் (Sheppard), டி, எஸ் ஃபால்கனெர் (D· S. Falconer), டெமெரெக் (Demerec), மார்கன் (Morgan), எஸ். ரைட் (S. Wright) ஸ்வான்ஸன் (Swanson), வால்ட் (Wald) முதலியவர்கள்.

ஜீன் கூட்டக் கொள்கை (Gene pool theory): முன்னர் தனி ஜீன்களையும் அதன் அமைப்பு, மாறுதல் முதலியவற்றையும் அறிவியலறிஞர்கள் ஆராய்ந்தனர். ஆனால், பெரும்பாலும் ஜீன் கூட்டங்கள் அல்லது ஜீன் தொகுதிகளைப்பற்றி இன்றைய அறிஞர்கள் ஆராய்ச்சி நடத்துகின்றனர். பரிணாமம் நிகழ்வதற்குத் தனிப்பட்ட ஒரு ஜீனைவிட ஜீன்கள் பல அமைந்த ஜீன் கூட்டங்களே முக்கியமானதாகும்.

"மாறுபாடுகளுடன் மரபாதல்" (Descent with modification)

பரிணமம் என்று அறிஞர் டார்வின் பரிணமத்திற்கு விளக்கம் தருகிருர். இக் கருத்தின்படி எது மாறுபாடு அடைகிறது? இனம் என்பதுதான் மாறுபாடு அடைகிறது. இனம் என்பதில் பல உயிரினங்கள் அடங்கியுள்ளன. ஆகவே, பரிணமம் என்பது உயிரினக் கூட்டத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்களாகும். உயிரினங்கள் ஜீன்களின் அடிப்படையில் அமைந்தவை. எனவே, பரிணமம் என்பது உயிரினக் கூட்டத்தில் ஜின்களின் நிகழ்விரைவில் உண்டாகும் மாறுதல்களாகும். முன்பே அமைந்திருந்த ஜீன்களில் மாறுதல்கள் எங்ஙனம் நிகழும்? சடுதி மாற்றத்திஞல் மாறுதல்கள் உண்டாஞல், அவ்வாறு உண்டாகிய மாற்றம்பெற்ற புதிய ஜீன்கள் உயிரினக் கூட்டத்தில் எவ்வாறு சேர்க்கப்படும்? உயிரினக் கூட்டத்தின் (Population) மரபியலே அறிய, உயிரினக் கூட்டத்தைப் பல உயிரினங்கள் சேர்ந்த தொகுதியாகக் கருதாமல் உயிரினக் கூட்டங்களே பல ஜீன்கள் அமைந்த ஜீன் கூட்டங்களாகவும், அதிலிருந்து பரம்பரைப் பண்புகளேத் தனி உயிரினங்கள் எடுத்து, அடுத்த சந்ததிக்கும் கொடுக்கிறது என்றும் கருதப்படுகிறது; இதற்கு ஜீன் கூட்டக் கொள்கை என்ற பெயர்.

ஹார்டி வீய்ன்பெர்க் சமன்பாடு (Hardy-Wienberg equilibrium)

உயிரினக் கூட்டத்தில் தேர்வு, சடுதி மாற்றம் ஆகிய பரிணம ஆற்றல்கள் (Evolutionary forces) நிகழாமலிருந்தால், தராதர ஜீன்களின் நிகழ்விரைவு சந்ததிகள் தோறும் மாருமல் ஒரே நிலேயில் இருக்கும் என்பதற்கு ஹார்டி-வீய்ன்பெர்க் சமன்பாடு என்று பெயர். எனவே பரிணமம் என்பது இச் சமன்பாட்டில் ஏற்படும் மாறுதலாகும். இச் சமன்பாட்டினை சடுதி மாற்றம், இயற்கைத் தேர்வு, நகர்வு, யதேச்சையான மரபியல் மாறுதல் போக்கு (random genetic drift) முதலியன முக்கியமானவை. பரிணமம் நிகழ்வதற்குச் சடுதி மாற்றம் எவ்வகையில் உதவுகிறது என்பது டிவிரிஸின் சடுதி மாற்றப் பரிணமக் கொள்கையில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

இயற்கைத் தேர்வு

இயற்கைத் தேர்வு என்ற செயல்முறையின்மூலம் தகவமைவு பெறப்படுகின்றது. சிறப்பான தகஅமைவு உடைய உயிரினங்களே அவைகளற்ற பல உயிரினங்கள் விட்டுச் செல்கின்றன. "வாழ்க்கைப் போர்", "தக்கன வாழ்தல்" முதலிய

வற்றிற்கு இயற்கைத் தேர்வுக் கருத்துப் பல சமயங்களில் பொருத்தமானதாக இருந்தாலும், அது முழுமை பெறுததாகவே உள்ளது. ஏனெனில் அது கூட்டுறவு நடவடிக்கை (Co-operative behavior) அல்லது பொதுநலப் பண்பு (altruism) இயற்கைத் தேர்வினால் உண்டாகும். தேர்வு என்பது இயற்கையாக அமைந்த உயிரினங்களிலும் (wild types organisms), வளர்த்துவரும் (domesticated) உயிரினங்களிலேயும் நடைபெகிறது.

வாடிங்டன் (Waddington) என்பவர் செய்த சோதனையால் ட்ரோசோபைலாப் பூச்சியில் தொடர்ந்து தரும் வெப்ப அதிர்வுகளால் (temperature gnocks) குறுக்கு நரம்புகளில்லாத (cross veinless) பண்பு தோன்றிப் பின்வரும் சந்ததிகளிலும் காணப்பட்டது. இதனால் சூழ்நிலையால்பெற்ற பண்புகள் பாரம்பரியமாகின்றன என்ற லாமார்க்கின் கொள்கையினால் விளக்கம் தர இயலும். இதைவிடச் சரியானது என்னவெனில் மாற்றுப் பண்புடைய உயிரினக் கூட்டத்தில் தேர்வு குறுக்கு நரம்பற்றவைகளைத் தேர்ந்தெடுக்கிறது என்பதே சரியான விளக்கம்.

தேர்வு என்பது மாற்றுப் பண்புடைய (Heterozygons) உயிரினக் கூட்டத்தில்தான் நடைபெறுகிறது. சூழ்நிலை வேறுபாட்டில் தேர்வு நிகழ்வதில்லை. அடங்கு தன்மை பெற்றவைகளைவிட, விஞ்சுத் தன்மைபெற்ற ஜீன்களிடையே தேர்வு நிகழ்வு வெற்றிகரமாக இருக்கும். அடங்கு தன்மைகள் மாற்றுப் பண்புடைய நிலையிலிருந்தால் தேர்வு நிகழ்வதில்லை.

பொதுவாகத் தேர்வு நெருக்கமும் (Selection pressures) சடுதி மாற்ற நெருக்கமும் ஒன்றுக்கொன்று முரணானவைகள். சடுதி மாற்றத்தினால் புதிய ஜீன்கள் உண்டாவதும் தேர்வினால் அவை நீக்கப்படுவதற்கும் ஆன சமநிலை ஏற்படுகிறது.

பல்லுயிர்த் தோற்றம் (Polymorphism) :

உயிரினக் கூட்டத்தில் இரண்டும் அதற்கும் மேற்பட்ட உயிரினங்களும் சேர்ந்து வாழ்ந்தால் பல்லுருத் தோற்றம் உண்டாகும், ஜீன்களிலும் குரோமோசோம்களிலும் பல வகைகள் உள்ளன. பல்லுருத் தோற்றம் என்பது ஹார்டி-வீன்பெர்க் சமன்பாட்டில் ஏற்படும். அல்லது முரணான சடுதி மாற்றத் தேர்வு ஆற்றல்களுக்குச் சமநிலையாக அமையும்.

நிலையற்ற பல்லுயிர்த் தோற்றம் :

(Transcient Polymorphism) என்பது புதிய அல்லது அரிதான சடுதி மாற்றம் உபயோகப்படும்படியாக இருந்து, அது உயிரினக் கூட்டத்தில் பரவுவது. இதற்கு நிலையற்றது என்று பெயர்.

ஏனென்ருல், புதிய உயிரினம் பழைய உயிரினத்தின் இடத்தில் வந்து அமைந்துவிடும். உதாரணமாக கெட்டில்வெல் (Kettlewell) என்பவர் இங்கிலாந்து நாட்டில் சாம்பல் வண்ணமுடைய மரப் பட்டைகளையும் அதற்குப் பொருந்தும் வகையிலான புள்ளிகளை யுடைய பிஸ்டன் பெடுலேரியா (Biston betularia) என்ற அந்துப் பூச்சியையும் (Moth) பல ஆண்டுகளுக்கு முன்னர் கண்டார். பர்மிங்ஹாம் (Birmingham) போன்ற ஊர்களில் தொழிற்சாலைகள் சமீப காலத்தில் அதிகரித்தன. தொழிற்சாலைகளிலிருந்து வெளி யாகும் கரி, புகை முதலியவற்ருல் மரப்பட்டைகள் கறுப்பு நிறம் பெற்றன. இதற்கேற்றவாறு அந்துப்பூச்சிகளின் இறகுகளும் கறுப்பு நிறமாகிவிட்டன. இதற்குத் தொழிற்சாலையினுல் கறுப்பு நிறமாதல் (Industrial nelamism) என்று பெயர்.

தேர்வு ஒன்றுக்கு மேற்பட்டவைகளை உண்டாக்கினுல் சம நிலைப் பல்லுருத் தோற்றம் (Balanced Polymorphism) எனப்படும். மாறுபட்ட தேர்வு நெருக்கத்தினுலும் (Selection pressures) இரு ஹோமோமோஸைகோட்டுகளில் (Homo zygotes) ஹிடெரோஸைகோட் டினை (Heterozygote) ஆதரித்துத் தேர்வு நிகழ்வதனுலும் சம நிலைப் பல்லுருத் தோற்றம் உண்டாகலாம்.

மரபுவழி மாறுதல் போக்கு
(Genetic drift)

யதேச்சையான பாரம்பரிய மாறுபாடுகளினுல் சிறிய உயி ரினக் கூட்டங்களின் ஜீன் நிகழ் விரைவில் மாறுதல் உண்டாகும். "சிறிய தற்செயலான மாதிரி கேமீட்டுகளிலிருந்து அடுத்த சந்ததியை உருவாக்குவதற்காக எடுத்துக்கொள்ளப்படுவதன் விளைவுதான் மரபு வழி மாறுதல் போக்கு என்பது. இந்த "மாதிரி" (samplc) பெற்ருேர் ஜீன் நிகழ்விரைவிற்கு மாறு பட்டால், அடுத்த சந்ததியினை உருவாக்கும் புதிய ஜீன் கூட்ட மாகிறது, இவ்விதமாக உயிரினக் கூட்டத்தில் பல முன் கூட்டிச் சொல்ல முடியாத ஜீன் நிகழ்விரைவில் மாறுதல்கள் ஏற் படுகின்றன.

மரபுவழி மாறுதல் போக்கும் பரிணமமும்
(Genetic Drift and Evolution)

பாரம்பரிய மாறுதல் போக்குப் பரிணமத்திற்கு உதவுகிறதா என்பது கேள்வி. சில உயிரினங்களில் பாரம்பரிய மாறுதல் போக்கு பரிணமற்கு உதவுவதாக உள்ளது.

பலபகையான உயிரினக் கூட்டங்களில் உள்ள ஜீன் நிகழ் விரைவு மாறுதல்கள் பாரம்பரிய மாறுதல் போக்கிற்குச் சாட்சிய மாக உள்ளன. உயிரினக் கூட்டங்களில் இயற்கைத் தேர்வு சிறியதும், பெரியதும் ஆன எல்லா உயிரினக் கூட்டங்களிலும் நிகழ்கிறது. தேர்வு இல்லாதபொழுது பாரம்பரிய மாறுதல் போக்கு இருப்பதில்லை. தேர்வும், பாரம்பரிய மாறுதல் போக்கும் நடைபெற்றால் ஒன்றுக்கொன்று உதவிக்கொள்ளும். இதனால் பெரிய உயிரினக் கூட்டங்களில் தேர்வு மட்டுமே நிகழும். சிறிய உயிரினக் கூட்டங்களில் தேர்வும் பாரம்பரிய மாறுதல் போக்கும் சேர்ந்து இயங்கும்போது தீமை விளைவிக்கும். ஜீன்கள் நீக்கப்பட்டுவிடும். பாரம்பரிய மாறுதல் போக்கில் உயிரினக் கூட்டத்தில் குறைந்த நிகழ்விரைவு உடைய எதிரிடைப் பண்பு களுக்கு, அதிகரிப்பதைவிடக் குறைக்கக்கூடிய உண்மை நிலை ஏற்படுகிறது.

நிலையான தேர்வு வற்புறுத்தல்கள் (Constant seleceion pressures):

தீமை விளைவிக்கும் ஜீன்களைக் குறைந்த நிகழ்விரைவில் வைத்திருக்கும். பாரம்பரிய மாறுதல் போக்கிற்கும் தேர்வுக்கும் உள்ள மொத்தப் பலன் தீமை விளைவிக்கும் ஜீன்கள் நீக்குவதை ஆதரிக்கிறது. இவ்விதமாக, இயற்கைத் தேர்வு பெரிய உயிரினக் கூட்டத்தில் கட்டுப்படுத்தும் காரணியாக (Contıolling factcr) உள்ளது. அது பொதுவாக மாற்றுப் பண்புகளையுடையது; அதனால் வேறுபாடுகளுடன் அமைந்திருக்கும். சிறிய உயிரினக் கூட்டத்தில் இயற்கைத் தேர்வும், பாரம்பரிய மாறுதல் போக்கும் சேர்ந்து செய்யும் விளைவு ஒத்த தன்மையுடைய பண்பினை (Homo zygosity) உயர்த்தி, உயிரினக் கூட்டத்தில் உள்ள வேறு பாடுகளின் அளவைக் குறைக்கிறது. இதனால் சிறிய உயிரினக் கூட்டங்கள் மாறும் சூழ்நிலைக்குத் தக்கவாறு மாறுபடும் தக அமைவுத் தன்மையினை இழந்துவிடுகின்றன; அதனால் மடிகின் றன. இச் சிறிய உயிரினக் கூட்டங்களில் சடுதி மாற்றம், பாரம் பரிய மாறுதல் போக்கு, தற்கலவை ஆகிய காரணங்களினால் மாறுபாடுகள் தோன்றுகின்றன. எனவே ஒவ்வோர் உயிரினக் கூட்டமும் தனியான பரிணாமச் சோதனையாகக் கருதப்படுகிறது. பெரும்பான்மையான சோதனைகளின் முடிவு அழிவு என்றாலும் புதிய பாதைகளில் (directions) பரிணாமம் நடைபெறுவதற்கான சாத்தியக்கூறுகள் உள்ளன.

இனத்தோற்றம்: இனம் என்பதற்கான விளக்கமும், இனத் தோற்றத்திற்கு அடிப்படையான இனப்பெருக்கு ஒதுக்கீடுதலைப் பற்றியும் மற்ற ஒதுக்கீட்டுச் செயல்களைப் பற்றியும் அவை

எவ்வாறு இனங்களையும் சிற்றினங்களையும் உண்டாக்குகின்றன என்று மரபியல் பகுதியில் இனத்தோற்றம் என்ற தலைப்பின்கீழ் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

மரபியல் அமைப்பின் பரிணாமம் (Evolution of Genetic drift) : உயிரினங்களில் மட்டுமின்றி, அவைகளுக்கு அடிப்படையாக உள்ள மரபுவழி அமைப்பிலும் பரிணாமம் நிகழ்கிறது. மரபுவழி அமைப்பிற்கும் தக அமைவு மதிப்பு (adaptive value) உள்ளது. பாக்டீரியா, வைரஸ் (Virus) போன்ற நுண்ணுயிரிகளில் ஒரு காலத்தில் பாலினமுறை இனப்பெருக்கம் நடைபெறுவதில்லை என்று கருதினார்கள். ஆனால், சமீபத்தில் எஸ்கீரிகிரியா கோலி (Eschicheria Coli) என்ற கோலன் பாக்டீரியாவில் (Colon Bacteria) செய்த சோதனைகளினாலும், நியூமோகாக்கஸ் (Pneumococcus) என்ற பாக்டீரியாவில் செய்த சோதனைகளினாலும் பாக்டீரியா கொல்லி (Bacteriophages) வைரஸ்களில் செய்த சோதனைகளினாலும், இத்தகைய உயிரினங்களில் பரிணாமமேல் மட்டத்தில் உள்ள உயிரினக் கூட்டத்தில் உள்ளதைப்போன்ற பாலினமுறை இனப்பெருக்கம் காணப்படாவிடினும் DNA என்ற பாரம்பரிய அடிப்படைப் பொருளின் மீள் சேர்க்கை (genetic recombination) இவைகளில் நடைபெறுகிறதென்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது. இத்தகைய நுண்ணுயிரிகளில் DNA அமைப்பு முறை உயர்நிலையில் உள்ள உயிரினங்களில் காணும் ஜீன் DNA அமைப்பு முறையைவிடத் தாழ்நிலையில் உள்ளது இந்த அமைப்பிலிருந்து ஜீன் அமைப்புமுறை உண்டாகி, பிறகு ஜீன்கள் சேர்ந்த பிறகு குரோமோசோம் அமைப்பு முறை (Organisation) பரிணமித்தது. அதற்குப் பின்னரே செல்லில் மைடாஸிஸ் (Mitosis) பகுப்பும், குன்றல் பகுப்பும் (Meiotic division) சிறப்பு ஏற்பாடுகளாகத் தோன்றின.

பாலிலி இனப்பெருக்கம் (Asexual reproduction) ஒரு குறிப்பிட்ட ஜீனோடைப் (Genotype) சீக்கிரத்தில் இரட்டிப்படையச் செய்ய உதவுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தில் மிக விரைவில் பல உயிரினங்களை உண்டாக்கப் பாலிலி இனப்பெருக்கம் உதவுகிறது.

ஒரு மய உயிரினங்கள் (Haploid organisms) இரு மய (Diploid) உயிரினங்களைவிடப் பரிணாமப் படியின் தாழ்ந்த நிலையில் உள்ளது. இருமய உயிரினங்கள் சிக்கலான அமைப்புக்களோடு உண்டாயிற்று. பால்பரிணாமம் (Evolution of Sex) பால்கணிப்பு (Sex determination), பால் மாறுபாடுகள் போன்றவைகளைக் கட்டுப்படுத்தும் பல முறைகளைக் கண்டுபிடிக்க உதவியாய் உள்ளது. இதில் ஏதாவது ஒன்று நடைபெறுவிடில் பால்

முறைகேடு (Sexual anamolies) உண்டாகும். பாலினப்பெருக்கம் நடைபெறும் உயிரினங்களில் தன் வளமின்மையிலிருந்து (Self sterelity), புறக்கலவி (out crossing), தற்கருவுறுதல் (Self fertilization) வரையிலுல் ஆகிய பலவிதமான மரபுவழி மீள் சேர்க்கைகள் ஒழுங்கு படுத்தப்படுகின்றன. மரபுவழி மாறுபாடு கள் வெளியாவது குறிட்பிடத் தக்க கட்டுப்பாட்டிற்குள் அடங் கியது. ஓர் உயிரினத்தின் தோற்றமும், நடவடிக்கையும், அதன் உயிர் வாழ்வைப் பாதிப்பதோடு அல்லாமல், மற்ற உயிரினங் களின் நடவடிக்கை, பிழைத்தல் (Survival), இனப்பெருக்கம் ஆகியவற்றையும் பாதிக்கின்றன. எனவே, டார்வினது பால் தேர்வுக்கொள்கை (Sexual Selection) பல வழிகளிலும் குறைபாடு உடையதாயினும், அதைப்பற்றி இன்னமும் ஆராய்ச்சி செய்வ தற்கு இடமுள்ளது.

13. தாவரங்களின் வாழ்க்கை அன்றுமுதல் இன்றுவரை

(Plant life through the ages)

உலகம் தோன்றி, உயிர் தோன்றி, ஒரு செல்தாவரங்களும் பின்னர் பல செல் தாவரங்களும் தோன்றிப் பெருகி, இன்று ஏராளமான தாவரங்கள் இருக்கக் காண்கிறோம் இவை உயிர் தோன்றியதிலிருந்து இன்றுள்ள நிலையை அடைய நீண்டதொரு கால இடைவெளி இருந்திருக்கவேண்டும். இக் கால இடைவெளியில் தாவரங்கள் அடைந்த மாற்றங்கள் ஏராளம். இவற்றை எண்ணி ஆராயும்போது, காலப்போக்கில் தாவரங்களில் வியப்படையத்தக்க பல புற, அக அமைப்பு மாறுதல்களும், உருவ, உயர வேறுபாடுகளும், நிகழ்ந்துள்ளன என அறிகிறோம். இவ்வாறு வாழ்ந்த தாவரங்களின் வரலாற்றையும், அமைப்பையும், அவை இன்று வாழும் தாவரங்களோடு எவ்வாறு தொடர்புஉடையன என்பதையும் ஆய்வதே இக் கட்டுரையின் நோக்கம். இவற்றைத் தெளிவுற அறிந்துகொள்வதற்கு மண் இயல் (Geology), நில இயல் (Geography) முதலிய பகுதிகளிலிருந்து கிடைக்கும் சான்றுகளும் விவரங்களும் உதவுகின்றன.

பழங்காலத்தில் வாழ்ந்த தாவரங்களைப்பற்றி, அவற்றின் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களிலிருந்து (Fossils) தெரிந்து கொள்ளலாம். இவைகள் எவ்விதம் உண்டாகின்றன என்று காண்போம்.

பொதுவாக, தாவரங்கள் இறந்தால் அவற்றின் உடலங்கள் பாக்டீரியா, பூஞ்சை, பூச்சிகள் முதலிய அழிக்கும் உயிரினங்களால் அழிந்து, சிறிய, எளிய பொருள்களாக மாற்றப்பட்டுக் காற்றிலும் நிலத்திலும் கலக்கப்பட்டு விடுகின்றன. இதனால் இறந்துபட்ட தாவரமே உருத்தெரியாமல் போகிறது. ஆனால், சில தாவரங்கள் இறக்கும்போது அவைகளில் நுண்ணுயிர்களால் சிதைவு ஏற்படுவதில்லை. இதனால் தாவரங்களின் உடலம் முழுவ

தும் அல்லது அவற்றின் பகுதிகள் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. இவ்விதம் பாதுகாக்கப்பட்ட தாவரங்களோ, அல்லது அவற்றின் பகுதிகளோ தொல்லுயிர்ப் படிமங்கள் எனப்படும். இப்படிமங்கள் மூன்று வகைப்படும்.

1. **பாறைப்படிமம்** (Petrification) : தாவர உடலங்களின் திசுக்களின் செல்களுக்குள்ளே சிலிகா (Silica), கால்சியம் (Calcium), மக்னீஸியம் (Magnesium) போன்ற கனிமங்கள் உட்புகுந்து செல் அமைப்பை மாருதவாறு பாதுகாக்கின்றன. பாண்டிச்சேரிக்கு அருகில் காணப்படும் தொல்லுயிர்ப் படிம மரம் (Fossil tree) இதற்கு உதாரணமாகும்.

2. **பதிவு** (impression) : தாவரங்களின் பகுதிகள் மண்ணில் புதைந்து இறந்துவிடும். பிறகு அப்பகுதி பாறையாக மாறும் பொழுது தாவரங்களின் பகுதிகளின் உருவம் அதே உருவ அமைபபுக்களுடன் கடினமான பாறையில் படிமங்களாகக் காணப்படும். அரியலூரில் காணப்படும் ஜீராஸ்ஸிக் கால (Jurassic Period) இலைப் பதிவுகள் இதற்கு உதாரணங் களாகும்.

3. **அழுத்தப்படிமம்** (Compression) : தாவரங்களோ, அவற்றின் பகுதிகளோ, அவைகளுக்கு மேலே உள்ள பாறைகளின் நேர் செங்குத்தான அழுத்தத்திஞல் அமுங்கி அதனுல் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களின் வடிவம் சிறிது மாறி அமைந்திருக்கும்.

தாவரத் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களைப் பற்றிப் படிக்கும் தாவரத் துணையியல் தொல்லுயிர்த் தாவரவியல் (Paleontology) எனப்படும். தொல்லுயிர்ப் படிமங்களிஞல் நாம் அறிந்துகொள்ளும் உண்மைகள் :

1. மிகப் பழங்காலப் பாறைகளில் கிடைத்த தொல்லுயிர்ப் படிமங்கள் சிறியவை, எளிய உருவ அமைப்பை உடையவை.

2. அடுத்த கால அளவுகளிலிருந்து சமீபக் காலப் பாறை வரையிலும் கிடைத்த தொல்லுயிர்ப் படிமங்கள் காலப்போக்கில், சிக்கலான அமைப்புப்பெற்றுக் காணப்பட்டன.

3. மிகப் பழங்காலப் பாறைகளில் இருந்த உயிரினங்களி லிருந்து மற்ற உயிரினங்கள் தோன்றிப் படிமங்களாகிப் பின்னர்த் தோன்றிய பாறைகளில் காணப்படும்.

4. மிகப் பழங்காலப் பாறைகளுக்கும் அதற்கு அடுத்துள்ள காலத்தில் கிடைத்த தொல்லுயிர்ப் படிமங்களுக்கும் இடையே வேற்றுமைகள் காணப்படும்.

5. படிமங்களிடையே பல வேறுபாடுகள் காணப்பட்டாலும் அவற்றினிடையே அடிப்படையான ஒற்றுமைகள் உள்ளன; எனவே, அவையாவும் தமக்குள் உறவுள்ளவை.

6. முதலில் கிடைத்த படிமங்களுக்கும், பின்னர் கிடைத்த படிமங்களுக்கும் இடையே காணப்பட்ட வேறுபாடுகள் அந்தந்தக் காலத்தின் தட்பவெப்பச் சூழல்களினால் ஏற்பட்ட மாறுதல்கள் என அறிகிறோம். இம்மாறுதல்கள் தாவரங்களின் பிற சந்ததிகளிலும் காணப்படும்.

7. இன்றுள்ள தாவரங்களின் சரியான முன்னோர்கள் யார் என்பதைக் கண்டுபிடிக்கப் படிமங்கள் உதவுகின்றன.

8. பரிணமக் கொள்கையினைத் தெளிவுற விளக்கப் படிமங்கள் உதவுகின்றன. ஒரு தாவரத்தொகுதியிலிருந்து மற்றொரு தாவரத்தொகுதி எங்ஙனம் பரிணமித்தது என்பதைப் படிமங்கள் விளக்குகின்றன, இத்தகைய படிமங்கள் 'இணைக்கும் கொக்கி, எனப்படும்.

9. ஒரு பாறையில் ஒரு குறிப்பிட்ட படிமம் கிடைத்தால்' அதேவிதமான படிமம் மற்றொரு பாறையில் கிடைத்தால் இரண்டாவது பாறையின் காலம் முதல் பாறையை ஒத்தது எனக் கண்டுகொள்ளலாம். இத்தகைய படிமங்களுக்குக் 'குறியீட்டுப் படிமங்கள் (Index fossils) என்று பெயர்.

உலகின் முதல் தாவரங்கள்: மிகப் பழங்காலத்துப் பாறைகளில் நுண்ணிய அமைப்புடைய பாசிகளும், பாக்டீரியாக்களும் வாழ்ந்திருக்க வேண்டும். இவற்றின் உடலங்கள் மென்மையானதாகவும், மிகச் சிறியதாகவும் இருப்பதால் இவை இறந்தபிறகு தொல்லுயிர்ப் படிமங்கள் உண்டாவதில்லை. எனவே, இத்தகைய எளிய, முன் தோன்றிய படிமங்கள் அதிகமாகக் கிடைக்கவில்லை.

முதலில் தோன்றிய உயிரினங்கள் ஒரு செல்லுடைய எளிய அமைப்புடைய பாக்டீரியா போன்றவைகளாக இருந்திருக்க வேண்டும். மிகப் பழங்காலத்துப் பாறைகளில் இரும்பு கலந்து காணப்படுகிறது. இந்த இரும்பு லெப்டோத்ரிக்ஸ் (Leptothrix) என்ற பாக்டீரியாவினால் ஏற்பட்டிருக்கலாம். லெப்டோத்ரிக்ஸ் போன்ற பாக்டீரியாக்கள் தங்களுடைய வேதிச் செயல்களினால் அனங்ககப் பொருள்களை (inoganic substances) அங்ககப் பொருள்களாக (organic substances) மாற்றுகின்றன. அவ்விதம் மாற்றும்பொழுது, உண்டாகும் ஆற்றலைத் தம் வளர்சிதை மாற்றச் செயல்களுக்காகப் (Metabolic activity) பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன. இதேவிதமாக பெக்கியோடோவா (Beggiotoa) ஹைட்ர

ஜன் சல்பைடை (Hydrogen Sulphide) ஆக்ஸிகரணம் (Oxidation) செய்யும்பொழுது வெளியாகும். ஆற்றலைத் தம் வளர்சிதை மாற்றச் செயல்களுக்காகப் பயன்படுத்துகிறது. இத்தகையபாக்டீரியாக்கள் வேதிப்பொருள் மாற்றத்தினால் ஆற்றலைப் பெறுவதால் இவைகளுக்கு வேதிச் சேர்க்கை பாக்டீரியாக்கள் (Chemosynthetic Bacteria) என்று பெயர். பாக்டீரியாக்களுக்குப் பிறகு சுயஜீவிகளான (Autotrophs) நீலப்பசைப் பாசிகள் (Blue-green algae) தோன்றியிருக்கலாம். இவை அமைப்பில் பாக்டீரியாக்களை ஒத்தவை ; ஆனால் எளிமையான அனங்ககப் பொருள்களைக்கொண்டு சிக்கலான அனங்ககப் பொருள் உணவைத் தயாரிக்கும் ஆற்றல் பெற்றவை. இதற்கு அடிப்படையாக இப் பாசிகளில் உணவு தயாரிக்கும் ஆற்றலைப் பெற்ற நிறமிகள் (Pigments) காணப்படுகின்றன. இங்ஙனம் சுயஜீவிகளான உணவு தயாரிக்கும் தாவரங்கள் பரிணமித்தது தாவரங்களின் வாழ்க்கையில் ஓர் பெரிய முன்னேற்றமாகும். தாவரங்கள் உணவு தயாரிக்கும் பொழுது காற்றில் உள்ள பிராணவாயு அதிகமாகி மற்றும் பல உயிரினங்கள் வாழ வகை செய்கிறது.

மண்ணியல் சான்று
(Geological record)

இவ்வுலகம் தோன்றியது முதல், பூமியில் பல பாறுதல்கள் நிகழ்ந்த வண்ணமே இருக்கின்றன. நீரும் காற்றும் தோன்றிய பின், பூமியில் உள்ள பாறைகள் உடைந்து, சிதறுண்டு, சிதைய ஆரம்பித்தன. நீர், காற்று முதலிய இன்னபிற காரணங்களினாலும், பாறைகள் உடைந்து கண்டங்களின் ஓரங்களில் படிந்தன. அளவில் குறைந்த படிவுகள் நீர்நிலைகளான ஆறு, குளம், சதுப்பு நிலம் முதலியவற்றில் படிந்தன. இப் படிவுகள் கிடைமட்டமான (horizontal) வரிசைகளில் (layers) அல்லது அடுக்கங்களில் (Strata) காணப்படுகின்றன. இவற்றில் தாவரங்களோ, அவற்றின் பகுதிகளோ அமிழ்ந்து கிடக்கும் ; அல்லது அவை அடித்துச் செல்லப்பட்டிருக்கும். காலப்போக்கில் பாறைப் படிவங்களின் பளு அல்லது அழுத்தம் அதிகமாக, ஆக அவை படிவுப் பாறைகளாக (Sedimentary rocks) மாறுகின்றன. அப் பாறைகளின் இடையே அமிழ்ந்திருந்த உயிரினங்கள் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களாக மாறுகின்றன. எனவே உலகில் மிகப் பழங்காலத்தில் தோன்றிய பாறைகள் எல்லாப் பாறைகளுக்குக் கீழேயும், அதற்கடுத்த காலத்தில் உண்டாகிய பாறைகள் அதற்கடுத்ததாயும், மிகச் சமீபத்தில் உண்டாகிய பாறைகள் எல்லாவற்றிற்கும் மேலேயும் காணப்படும்.

மண்ணியல் அறிஞர்கள் (Geolagists) பூமியின் வயதையும், பாறைகளின் வயதையும் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். கடலில் உப்புக் கலந்துள்ள விகிதத்திலிருந்தும், கதிரியக்கப் பொருள் களின் அழிவினின்றும் மண்ணியல் காலத்தின் மொத்தக் கால அளவினைக் கணக்கிடலாம். பறைகளில் நீர் அரிப்பு விகிதத்தை யும், படிவுகளின் அளவுகளையும் கொண்டு மண்ணியல் கால உட் பிரிவுகள் கணக்கிடப்படுகின்றது. பாறைகளின் அடுக்கங் களையும், அவற்றில் காணும் தொல்லுயிர்ப் படிமங்களையும் ஆராய்ந்து ஒப்புநோக்கிப் பாறைகளின் வயதைக் கணக்கிட்டுள் ளார்கள். எல்லாப் பாறைகளின் வயதையும் கூட்டி மண்ணியல் கால அளவினைக் கணக்கிட்டுள்ளார்கள்.

நில வரலாற்றை மண்ணியல் அறிஞர்கள் ஐந்து பெரும் காலப் பிரிவுகளில் குறித்துள்ளார்கள். இத்தகைய பெரிய காலப் பிரிவு கள் ஒவ்வொன்றுக்கும் ஊழிக்காலம் (Era) என்று பெயர். ஒவ்வோர் ஊழிக்காலமும் பல ஊழிப் பகுதிகளாகப் (Periods) பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு ஊழிப் பகுதியும் பல சிறு கால இடைவெளிப் பகுதிகளாக, சகாப்தங்களாகப் (epochs) பிரிக்கப்பட் டுள்ளன. நிலத்தில் உள்ள மிகப் பழங்காலப் பாறையின் வயது சுமார் இரண்டாயிரம் கோடி ஆண்டுகள் எனக் கணக்கிட்டுள் ளார்கள். மிகப் பெரிய மண்ணியல் காலப் பிரிவுகளான ஊழிக் காலங்களும் அவற்றின் பிரிவுகளும் கீழே குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

ஊழியக் காலம்	வயது மில்லியன் ஆண்டுகளில்
I: பழமை உயிர் ஊழிக்காலம் (Archalozoic era)	500+
II. முதன்மை உயிர் ஊழிக்காலம் (Proterozoic era)	1000
III. தொல் உயிர் ஊழிக்காலம் (Paleozoic era)	370
IV. இடை உயிர் ஊழிக்காலம் (Mesozoic era)	130
V. அண்மை உயிர் ஊழிக்காலம் (coenozoic era)	70

I. பழமை உயிர் ஊழிக்காலம்:

இக் காலத்தில் பெரும்பாலும் நெருப்புக் குழம்பால் உருகிய பாறைகளும் (igneous rocks), உரு மாறிய பாறைகளு

(Metamorpuosed rocks) உண்டாயின. மிகச் சில படிவுப் பாறைகளே (Sedimentary rocks)இக்காலத்தில் உண்டாயின. இக் காலத்தில் உயிரினங்கள் இருந்தன என்பதற்குரிய ஆதாரம் மிகவும் குறைவு.

II. முதன்மை உயிர் ஊழிக்காலம்

இது 90 கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் ஏற்பட்டது. இக் காலத்தில் படிவுப் பாறைகள் காணப்பட்டன. இன்னதெனச் சரியாகக் கண்டுபிடிக்க இயலாத எளிய அமைப்புடைய தாவரங்கள் இக் காலத்தில் வாழ்ந்திருக்கலாம் என்று ஊகிக்கப்படுகிறது. நீலப்பச்சைப் பாசிகள் (Blue-green algae) இக் காலத்தில் இருந்த கடல்களிலும், உள்நாட்டு ஏரிகளிலும் இருந்திருக்கலாம் என அறிஞர் ஸீவார்டு (Seaward) கருதுகிறார். கிரிப்டோஸோவான் (Cryptozoan), கிரைஸோனியா (Greysonia), கொப்பேரியா (Copperia) போன்ற எளிய அமைப்புடைய தாவரங்கள் படிமங்களாகக் கிடைத்துள்ளன.

இக் காலத்தில் இரும்பு, கிராபைட் (Craphite) கார்பொனேட்டுகள் (Carbonates) முதலியவைகள் இருந்தன. இவை அக் காலத்தில் வாழ்ந்த பாக்டீரியா, பாசி போன்றவைகளால் ஏற்பட்டதென ஊகிக்கலாம். காற்றில் உள்ள கரியமில வாயுவிலிருந்து கரியைத் தனியாகத் தாவரங்கள் பிரித்தெடுத்து, அது கிராபைட்டாகப் பாறைகளில் படிந்திருந்தது. இரும்புப் படிவுகள் லெப்டோத்ரிக்ஸ் (Leptothrix) போன்ற பாக்டீரியாவின் செயல்களினாலும், சுண்ணம்புப் படிவு, பாசிகளின் செயல்களினாலும் ஏற்பட்டிருக்கலாம். இக் காலத்தில் பல பனியாற்றுப் படிவுகள் (glacial deposits) ஏற்பட்டன.

III. தொல் உயிர் ஊழிக்காலம்

இது 36 கோடியே 80 லட்சம் ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டது. இதை முன் தொல் உயிர் ஊழிக்காலம் (early paleozoic era) மையத் தொல் உயிர் ஊழிக்காலம் (Middle paleazoic era), பின் தொல் உயிர் ஊழிக்காலம் (Late paleozoic era) என்று மூன்று ஊழிப் பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

A. முன் தொல் உயிர் ஊழிக்காலம்: இதை கேம்பிரியன் (Camberian) என்றும் ஆர்டோவிஸியன் (Ordovician) என்றும் இரு உட்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. கேம்பிரியன் காலம்: இது 55 கோடியே 30 லக்ஷம் ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டது. இக் காலத்தில் கண்டங்களைச்

சுற்றிலும் வெதுவெதுப்பான கடல்கள் (Warm seas) இருந்தன. பூமியின் வெப்ப நிலையும் ஒரே சீராக இருந்தது. எனவே கடல் நீரில் பாசிகள் நன்றாக வாழ்ந்திருந்தன.

2. **ஆர்டோவிஸியன் காலம் :** இது 44 கோடியே 80 லக்ஷம் ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டது. பெரிய கடல்கள் இக் காலத்தில் இருந்தன. கடல் வாழ் பாசிகள் விஞ்சு தன்மை பெற்றிருந்தன. கேம்பிரியன் ஆர்டோவிஸியன் காலத்தில் வாழ்ந்த பாசிகள்.

(a) **பசும்பாசிப் பிரிவைச் சேர்ந்தவை** (chlorophyceae) :

1. கிர்வனெல்லா (Girvanella)
2. சைக்ளோரினஸ் (Cycloerinus)
3. டைமார்போ சைபான் (Dimorpho siphon)
4. கீடோ குளாடஸ் (Chaeto cladus)
5. பேலியோ பொரெல்லா (Palio porella)

) **சிவப்புப் பாசிப் பிரிவைச் சேர்ந்தவை** (Rhodophyceac)

1. பிரைமி கொரல்லிலு (Primi corallina)
2. கால்லிதாம்னுப்ஸிஸ் (Callithamnopsis)
3. சொலினோபொரா (Solenopora)

(c) **நீலம் பச்சைப் பாசிப் பிரிவு** (Blue-green algae)

1. கிளியோகேப்ஸோமார்பா (Gleocapsomorpha)

B. மையத் தொல் உயிர்க் காலம்

இது சைலூரியன் காலம் (Silurian period) என்றும் தெவோனியன் காலம் (Devonian period) என்றும் இரு பிரிவுகளைக் கொண்டுள்ளது. இக் காலத்தில் தாவரங்கள் தம் எளிய நீர்நிலை வாழ்க்கையை விட்டு வெளியேறி, நிலத்தில் வாழத் தொடங்கின, எனவே தாவரங்களின் பரிணாமப் பாதையில் இது மிகவும் முக்கியமான காலமாகக் கருதப்படுகிறது.

1. **சைலூரியன் காலம்** (Silurian period) : இது 38 கோடியே 10 லக்ஷம் ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டது. இக் காலத்தில் பூமியில் பல மலைத்தொடர்கள் இருந்தன. இக் காலத்திலும் கடல்வாழ் பாசிகளே விஞ்சு தன்மை பெற்று வாழ்ந்து வந்தன. கேம்பிரியன், ஆர்டோவிஸியன் காலத்தில் வாழ்ந்த பாசிகளுடன் கீடோ கிளேடஸ் (Chaeto cladus), ஸ்பெரோகோடியம் (Sphaerocodium) போன்ற பாசிகளும் வாழ்ந்து வந்தன. இவற்றுடன் நிலம் வாழ் தாவரங்கள் தோன்றுவதற்கான அறிகுறிகள் இக் காலத்தில் காணப்பட்டன.

2. தெவோனியன் காலம் (Devonion period): தாவரங்களின் பரிணும முன்னெற்றப் பாதையில் இக் காலம் மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கதாகும். இது 3 கோடியே 54 லக்ஷம் ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்டது. இக் காலத்தில் ஸைலூரியன் காலத்தில் இருந்த கடல்கள் தொடர்ந்து இருந்தன. சில இடங்களில் கடல் வடிந்து பல திட்டுப் பகுதிகள் காணப்பட்டன. நிலக்கிடக்கை ஏராளமான படிவு நிலங்களுடனும், உள்நாட்டு ஏரிகளுடனும், ஓடைகளுடனும், மலைகளுடனும் காணப்பட்டது. சுண்ணும்பு, சிவப்பு மணல் கற்கள் (Red sandstone), மாக்கற்கள் (Shale) கூழாங்கற்கள் அடங்கிய பலவிதமான பாறைகள் இருந்தன. இக் காலத்தில் பூமியின் மேற்பரப்பில் (earth's crest) பல சுருக்கங்கள் (Convulsions) ஏற்பட்டு அதனுல் காலிடோனியன் (Caledonian revolution) என்ற நிலமாறுதல் நிகழ்ந்தது. மழையில்லாததினுல் பாலேவனம் போன்ற மழைப் புயல் வீசும் பகுதிகள் இருந்தன. இக் காலத்தில் கிடைத்துள்ள பெரும்பாலான படிமங்கள் வடக்குச் சீதள மண்டலத்தில் (North temperate region) கிடைத்துள்ளன. வெப்ப மண்டலத் தாவரங்களைப் பற்றிய விவரங்கள் சரிவரக் கிடைககவில்லை. தெவோனியன் காலம், முன் தெவோனியன் காலம் என்றும் மைய தெவோனியன் காலம் என்றும் பின் தெவோனியன் காலம் என்றும் மூன்று பிரிவுகளடங்கியது.

(a) **முன்தெவோனியன் காலம்** (Earlier Devonian period): இக்காலத்தில் நிமாடோ பைடான் (Nemato phyton) பார்காடிஸைபியன்ஸ் (Parka decipiens) பச்சீதீகா (Pachytheca) போன்ற கடல்வாழ் பாசிகள் வாழ்ந்திருந்தன.

இக் காலத்தில் தோன்றிய மிகமுக்கியமான தாவரத் தொகுதிகள் ஸைலோபைடேல்ஸ் (Psilophytales) என்ற நிலம் வாழ் தாவரங்களாகும் (terrestrial plants). சைலோபைடான் பிரின்செப்ஸ் (Psilophyton princeps), சை. கோல்ட்ஸ்மிட்டை (P. Goldsmidti) போன்ற சிறிய வேர்களற்ற, படரும் மட்டநிலத் தண்டுகளுடைய தாவரங்கள் இக் காலத்தில் வாழ்ந்திருந்தன.

(b) **மைய தெவோனியன் காலம்** (Middle Devonion period): இக் காலத்தில் ஆல்ஜைடிஸ் கிரானிஐ (Algites cranii) என்ற இன்று வாழும் நைடெல்லாப் பாசிக்கு (Nitella) முன்னேடி வாழ்ந்திருந்தது. மற்றும் பெரிய அடிமரம் உடைய சூடோஸ்போரக்னஸ் (Pseudosporochnus) காலமோபைடான் ஜெர்மானிகம் (Calamophyton germanicum) ஹைனியா (Hyenia) போன்ற ஈகுவிசிடேல்ஸ் (Equisetales) தொகுதியைச் சேர்ந்த தாவரங்களும் வாழ்ந்து வந்தன. அனூரோபைடான் (Aneuro phyton),

க்ளேடோஸைலான் ஸ்கோபேரியம் (Cladoxylon scoparium) போன்ற பரணிவகைத் (Fern plants) தாவரங்களும் வாழ்ந்திருந்தன.

(c) **பின் தெவோனியன் காலம்** (Later Devonian period) : இக் காலத்தில் பார்கா (Parka), ஃபோர்ஸ்டியா (Forstia) போன்ற பாசிகள் காணப்படுகின்றன. முன்னர் அதிகமாக வாழ்ந்திருந்த சைலோ பைடேல்கள் குறைந்துள்ளன. இவைகளுக்குப் பதிலாக லைகோபோடியேல்கள் (Lycopodiales) தொகுதியினைச் சேர்ந்த லெபிடோடெண்ட்ரான் (Lepidodendron) லெபிடோ புளோயம் (Lepido phloeum) சைக்ளோஸ்டிக்மா (cyclostigma) போன்றவை காணப்படுகின்றன. பரணிபோன்ற இலைகளுடைய அனூரோபைடான் ஸ்பீனோடெரிடியம் (Spheno pteridium) ஆஸ்டெரோடெரிஸ் (Asteropteris), ஆர்க்கியோப்டெரிஸ் (Archalopteris) தாவரங்கள் வாழ்ந்திருந்தன. சூடோபோர்னியா (Pseudobornia), ஸ்பீனோபில்லம் (Sphenophyllum) போன்ற ஈகுவிசிடேல் தொகுதித் தாவரங்களும் வாழ்ந்திருந்தன.

ஸிக்மோ பில்லம் (Psygmo phyllnm) என்ற படிமம் இன்று வாழும் ஜிங்கோ பைலேர்பா (Ginkgo biloba) என்ற தாவரத்தின் முன்னோடியாக இக்காலத்தில் வாழ்ந்திருந்தது. இதைத்தவிர கால்லிஸைலான் (Callixylon) என்ற விதைமூடாத் தாவரங்களும் (Gymnosporn) வாழ்ந்திருந்தன. இவ்வகையில் விதைப்பரணி (Pteridosperns) தொகுதியைச் சேர்ந்த சில தாவரங்களும் வாழ்ந்திருந்தன என்று தெரிய வருகிறது.

பின் தெவோனியன் தாவரங்கள் பெரும்பாலும் நமக்கு அறிமுகமான பல தாவரங்களை நினைவூட்டுகின்றன. சில தாவரங்கள் நிலத்திற்குப் புதியவை-அல்லது நிலம் என்ற புதுச் சூழலுக்குத் தங்களைச் சரிசெய்து கொள்ளாதவை. தாவரங்களில் உள்ள உடலம் தரைகீழ்ப் பகுதியான மட்டநிலத் தண்டு என்றும், தரைமேல் தண்டு என்றும், கிளைகள் என்றும் இனப்பெருக்கு ஸ்போரான்ஜியாக்கள் (Sporangium) என்றும் பல பிரிவுகளாகப் பிரிந்து வேலைப்பிரி-தத்துவத்தை (Principle of Division of Labour) உணர்த்தின. இதனால், இத் தாவரங்களில் திறம்படச் செய்யும் உறுப்புக்களுக்குத் தக்கவாறு வேலை அளிக்கப்படுகிறது. இக் காலத்தில் உயர்ந்த காட்டு மரங்களான புரோடோலெபிடோடெண்ட்ரான் பிரிமீவம் (Protolepidodendron primaevum) ஸிஜில்லேரியா (Sigillaria), லைஜினோடெண்ட்ரான் (Lyginodendron) சைக்ளோஸ்டிக்மா போன்றவை வாழ்ந்து வந்தன.

தெவோனியன் காலம் முடிவதற்குள் சாற்றுக் குழாய்த் திசுத் தாவரங்களான (Vascular plants) சைலோபைட் மூடல்கள்

லைகோபாட்கள், ஈகுவிசிடேல்கள், பரணிகள், விதைப் பரணிகளாகிய ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள் தோன்றி, நிலப்பகுதி முழுவதிலும் தாவரக் கூட்டங்கள் நிரம்பப்பெற்ற பெருங்காடுகள் காணப்பட்டன. இக்காலத்தில் விதைப்பரணிகள் தோன்றியது தாவரங்களின் பரிணாமப் பாதையில் ஒரு சிறப்பான அம்சமாகும்.

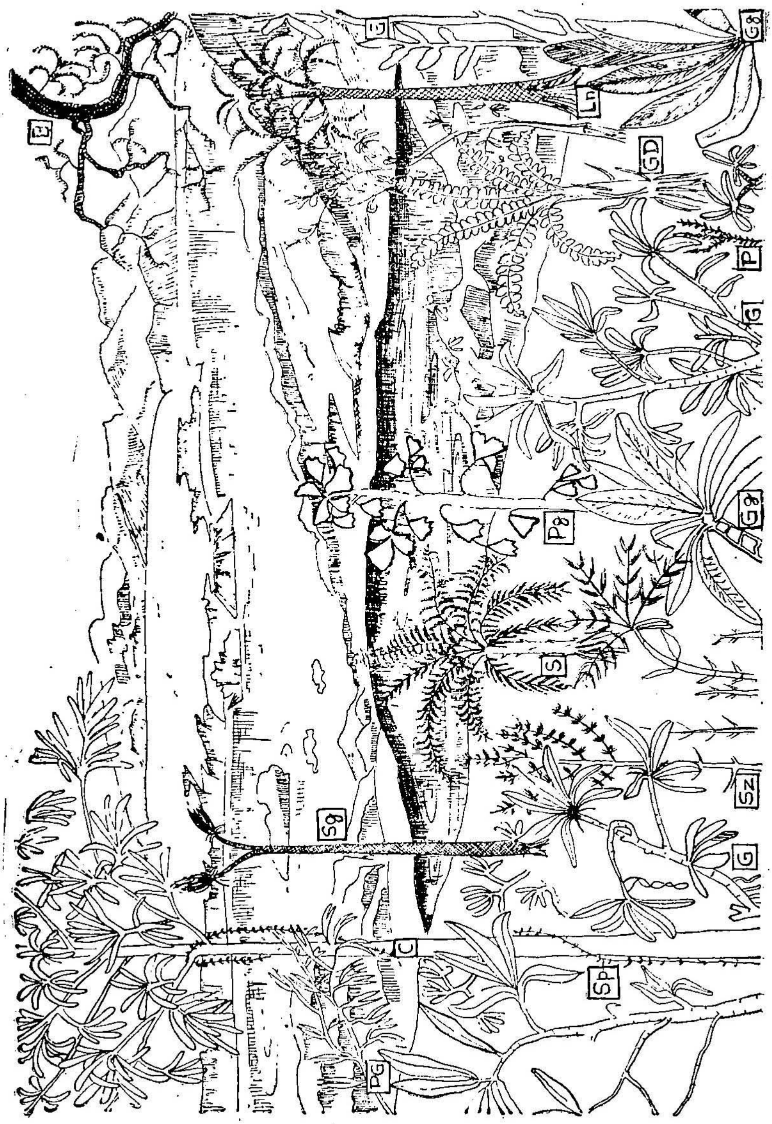
(d) **பின்தொல்உயிர் ஊழிக்காலம்** (Late Paleszoic era): இதைக் கார்பானிபெரஸ் (Carboniferous) பெர்மியன் (Permian) என்றும் இரு காலப் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம். இக் காலத்தில் வடக்குத் தெற்குத் கண்டங்களைப் பிரிக்கும் டெதிஸ் கடல் (Tethys sea) இருந்தது. தெற்குக் கண்டங்களில் தென் அமெரிக்கா, தென் ஆப்பிரிக்கா, இந்தியா, ஆஸ்திரேலியா முதலிய நாடுகள் சேர்ந்திருந்தன. இத்தகைய பரந்த நிலப்பரப்பு கோண்ட்வானாலாண்ட் (Gondwana land) என்ற பெயரால் அழைக்கப்பட்டது. சைலூரியன் காலத்தில் ஆரம்பித்த காலிடோனியன் புரட்சி தெவோனியன் காலத்திலும் நீடித்தது. கார்பானிபெரஸ் காலத்தில் ஹெர்ஸினியன் புரட்சி (Hercynian revolution) ஏற்பட்டது. பெர்மியன் காலத்தில் கடல்கள் சுருங்கின; நிலம் அரிப்புக்குட்பட்டது. பெர்மியன் காலத்தில் நிலப்படிவுகளும், புதிய மலைத் தொடர்களும் ஏற்பட்டன. காலநிலை வறண்டதால் முன்னர் வாழ்ந்த தாவரங்கள் மடிந்து புதிய தாவரங்கள் உண்டாயின.

முன் கார்பானிபெரஸ் காலத்தில் சுண்ணாம்புப் பாறைகளும், பவளப் பாறைகளும் சாணப்பட்டன. இக் காலத்தில் ஆர்டோனெல்லா (Ortonella) ஸொலினோஸ்போரா (Solenospora) முதலிய பாசிகள் வாழ்ந்திருந்தன.

லெபிடோடெண்ட்ரான். பாத்ரோடெண்ட்ரான் (Bothrodendron), ஸஜில்லேரியா, லைகோஸ்ட்ரோபஸ் ஸ்காடிஐ (Lycostrobus scotti) லெபிடோகார்பன் (Lepidocarpon) லைகோபோடைடிஸ் (Lycopodites) போன்ற லைகோபர்ட்கள் இக் காலத்தில் வாழ்ந்திருந்தன.

ஸ்பீனோபில்லம், ஆஸ்டெரோகாலமைடிஸ் (Asterocalamaites) போன்பி இணைத் தண்டுடைத் தாவரங்கள் (Articulatal) காணப்பட்டன.

ரேகாப்டெரிஸ் (Rhacopteris), பாட்ரியாப்பெரிஸ் ஆண்டிக்வா (Botryopteris antiqua), மெடாகிளெப்ஸிடிராப்ஸிஸ் (Metaclepsydropsis) கிளெப்ஸிடிராப்ஸிஸ் (Clepsydropsis) போன்ற பரணிகளும் வாழ்ந்திருந்தன.



படம் 54. கோண்ட்வானலாண்டின் தோற்றம்

B — புரியாடியா
C — கார்டைடிஸ்
G — கிளாஸ்ஸாப்டெரிஸ்
GD — கோண்வாணிடியம்
Gg — சங்கமாப்டெரிஸ்
Ln — லெபிடோடெண்ட்ரான்

P — பில்லோதிகா
Pg — ஸிக்மோபில்லம்
PS — ஸாரோனியஸ்
SG — ஸிஜில்லேரியா
Sp — ஸ்பீனோபில்லம்
Sz — ஸைஸோநியூரா

பின் கார்பானிபெரஸ் காலத்தில் பெகாப்டெரிஸ் (Pecopteris), அலிதாப்டெரிஸ் (Alethopteris), கால்லிப்டெரிஸ் (Callipteris) கால்லிடெரியம் (Callipteridium) போன்ற பரணிகளும் வாழ்ந்திருந்தன.

ஹிடெரான்ஜியம் (Heterangium), பிடிஸ் (Pitys), ஸிக்மோபில்லம் போன்ற ஜிம்னோஸ்பெர்ம்களும் வாழ்ந்து வந்தன.

கிளாஸ்ஸாப்டெரிஸ், கங்கமாப்டெரிஸ் தாவரங்கள் (Glossopteris and Gangamopteris flora) : கோண்ட்வான நிலத்தில் உள்ள வெப்பதட்பநிலை தொல் உயிர் ஊழிக்காலம் முடிவடையும்போது வடக்கில் உள்ள டெதிஸ் கடலில் இருப்பதைவிட வேறுவிதமாகக் காணப்பட்டது. தெற்கில் காணப்பட்ட தாவரங்கள் பெரும்பாலான இலைப்படிமங்களாகக் கிடைத்தன. கிளாஸ்ஸாப்டெரிஸ் இலைகள் நாக்குப் போன்ற வடிவுடனும், ஒரு மைய நரம்பும், பல பக்கவாட்டு நரம்புகளுடனும் காணப்பட்டன. கங்கமாப்டெரிஸ் இலைகள் பெரியவை; மெல்லிய நரம்பு அமைப்பு உடையவை. (உ-ம்) நியூரோடெரிடியம் (Neuropteridium) கார்டியோடெரிஸ் (Cardio pteris) இவ்விதமான இலைகள் விதைப் பரணிகளைச் சேர்ந்தவைகளாக இருக்கலாம்.

IV. **மைய உயிர்களின் ஊழிக்காலம் (Mesozoic era) :** இது டிரையாஸிக் (Triassic), ஜுராஸிக் (Jurassic) கிரெடேஷியஸ் (Cretacious) என்ற மூன்று பெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இக் காலங்களில் பூமியில் நிலைத்த, உறுதியாக்கப்பட்ட சூழ்நிலை உண்டாயிற்று. அதனால் புதிய வகைத் தாவரங்கள் தோன்றுவதற்கு ஆதாரமாயிருந்தன. பாறைகள் பெரும்பாலும் படிவுப் பாறையினத்தைச் சேர்ந்தவை. தொல் உயிர் ஊழிக் காலத்தில் காணப்பட்ட தாவரங்கள் பல அழிந்து புதிய வகையான தாவரங்கள் தோன்றுவதற்குரிய சூழல் இப்புதிய ஊழிக் காலத்தில் அமைந்திருந்தது.

டிரையாஸிக் காலம்: இக் காலத்தில் காணப்பட்ட தாவரங்களாவன :

1. **பாசிகள் :** டிப்ளோபோரா (Diolopora) டேக்டிலோபோரா (Dactylopora).

2. **லைகோபாட்கள் :** லைகோஸ்ட்ரோபஸ், லைகோபோடைடிஸ், லெபிடோடெண்ட்ரைட்ஸ் (Lepidodendrites) புளுரோமியா (Pleuromeia), ஸிஜில்லேரியா (Sigillaria).

3. **ஈகுவிசிடேல்கள் :** நியோகாலமைட்ஸ் ஆன்னுலேரியாப்ஸிஸ் (Annuleriopsis).

4. பரணிகள் : டிக்டியோபில்லம், ஹாஸ்மேன்னியா, கிளாத்ரோடெரிஸ் (Clathropteris), கிளாடோபிளபிஸ் (cladophlabis) டானியோப்ஸிஸ் (Danaeopsis).

5. விதைப் பரணிகள் : தின்ஃபெல்டியா (Thinnfeldia), லெபிடோடெரிஸ் (Lepidopteris), டீனோடெரிஸ் (ctenopteris)

6. ஸைகடோபைடா : இத் தாவரங்கள் மிகவும் அதிகமாகக் காணப்பட்டன. ஸாமைட்ஸ், ஓடோஸாமைட்ஸ், அனுமோஸாமைட்ஸ், டயூனிடோகார்பிடியம் (Dioonicarpidium) போன்றவை வாழ்ந்திருந்தன.

7. ஜிங்கோயல்கள் (Ginkgoales) : இக் காலத்தில் ஜிங்கோயேல்கள் என்ற தாவரத் தொகுதிகள் நிலைத்து வாழ்ந்து வந்தன.

8. கோனிபெர்கள்: வோல்ட்ஸியா, ஸ்டேகியோடாக்ஸஸ் (Stachyotaxous) பாலிஸ்யா (Palissya), போடோஸாமைட்ஸ் (Podozamites) போன்றவை வாழ்ந்திருந்தன.

டிரையாஸ்ஸிக் காலத்தில் ரிஸாஸைலான் (Rexoxylon) என்ற தண்டுப்படிமம் கிடைத்துள்ளது. இது உள்ளமைப்பில் தற்காலத்தில் வாழும் லயேன் (Liane) என்ற பெருங்கொடியினை ஒத்துள்ளது.

2. ஜுராஸ்ஸிக் காலம்

இக் காலத்தில் ஒரே அமைப்புள்ள பல தாவர இனங்களைக் காணுகிறோம். இன்று காணப்படும் தாவரங்களின் முன்னோர்கள் என்று சொல்லத்தக்க பல தாவரங்களை இக் காலத்தில் காணுகிறோம். இன்று வாழும் பூக்கும் தாவரங்கள் தோன்றுவதற்கு ஆதாரமான தாவரங்கள் இக் காலத்தில் வாழ்ந்திருக்கலாம். பூக்கும் தாவரங்களைத் தவிர மற்ற தாவரத் தொகுதிகளின் முன்னோடிகள் இக் காலத்தில் வாழ்ந்து வந்தன. உதாரணமாகப் பரணிகளில் மராட்டியேசிக் குடும்பத்தைச் சேர்ந்த (Marattiacee) மராட்டியாப்ஸிஸ் (Marattiopsis), மடோனியேசிக் (Matoniaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த மடோனிடியம் (Matonidium) என்ற பரணியும், ஆஸ்மண்டேசிக் (Osmundaceae) குடும்பத்திற்கு முன்னோடியாகவுள்ள டோடைடிஸ் வில்லியம்சோனி ஐ (Todites williamsonii) என்ற பரணியும், ஸைஸியேசிக் (Schizaeaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த நோரம்பெர்ஜியா (Norumbergia) என்ற பரணியும், டிக்ஸோனியேசிக் (Dicksoniaceac) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த எபொரேஸியா (Eboracia), கோனியாப்டெரிஸ் (Coniopteris), ஸ்டாக்கிடெரிஸ் (Stachypteris) என்ற பரணிகளும் காணப்படுகின்றன.

இக் காலத்தில் ஸைகாடோபைடாத் (Cycadophyta) தாவரத் தொகுதிகள் விஞ்சு தன்மை பெற்றுப் பல இனங்களுடன் காணப் பட்டன. (உ-ம்) ஸாமைடிஸ் (Zamites) நில்ஸோனியா (Nilssonia) ஓடோஸாமைட்ஸ் (Otozamites), டிக்டியோஸாமைட்ஸ் (Dictyo-zamites) டெரோபில்லம் (Pterophyllum), டிலோபில்லம் (Ptilo-phyllum).

கோனிஸர்கள் என்ற கூம்புத் தாவரங்களும் ஏராளமாகக் காணப்பட்டன. (உ-ம்) அராகரைட்ஸ் (Araucarites), சீகுவைட்ஸ் (Sequoiites), பேஜியோபில்லம் (Pagiophyllum), பிரேக்குபில்லம் எக்ஸ்பேன்சம் (Brachyphyllum expansum).

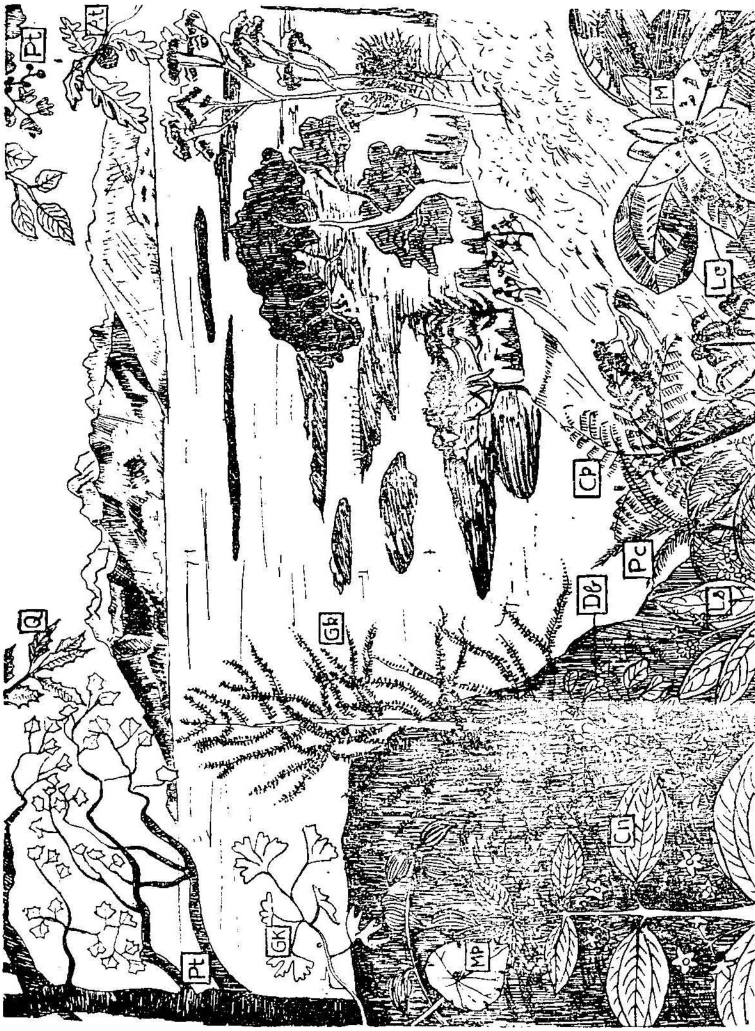
விதைத் தாவரங்களுக்கு முன்னோடிகளான பாச்சிடெரிஸ் (Pachypteris), டைக்கோடெரிஸ் (Dichopteris), லோமெடோடெரிஸ் (Lomatopteris) முதலிய தாவரங்களும் வாழ்ந் திருந்தன.

இக் காலத்தில், தாவரங்களின் விதைகளைச் சூல்பைகளால் (ovaries) மூடிய தாவரங்கள் வாழந்திருந்தன. இப்பண்பு பூக்கும் தாவரங்களுக்குரிய சிறப்புப் பண்பாகும். எனவே பூக்கும் தாவரங்களின் கட்டைகள் (woods) முன் கிரெடேஷியஸ் காலத்தில் கிடைத்ததால், இத் தாவரங்கள் ஜுராஸ்ஸிக் காலத்திலேயே தோன்றியிருக்க வேண்டும் என ஊகிக்கப்படுகிறது. பூக்கும் தாவரங்களின் தொல்லுயிர்ப் படிமங்கள் ஜுராஸ்ஸிக் காலப்படிவு களில் கிடைக்காததினால் அக் காலத்தில் பூக்கும் தாவரங்கள் வாழ்ந்திருக்கவில்லை என்று உறுதியாகக்கூற முடியாது. ஜுராஸ்ஸிக் காலத்தில் பூக்கும் தாவரங்கள் வாழ்ந்திருந்தன. அவைகள் படிமங்கள் ஆவதற்குரிய சூழ்நிலையில் வாழ்ந்திருக்கா மல் இருக்கலாம் என்று ஊகிக்கப்படுகிறது. சேஜினுப்டெரிஸ் இலைகள் கேய்டோனியா (Caytonia) கிரிஸ்தார்பியா (Gristhorpia) வகை விதைகளைத் தாங்கி, வாழ்ந்திருப்பதிலிருந்து, மற்றும் இதே மாதிரியான உறையுடை விதைத் தாவரங்கள் இக்காலத்தில் வாழ்ந்திருக்கலாம் என்று கருதப்படுகிறது.

3. குரெடேஷியஸ் காலம்

பழங்காலத் தாவரங்களிலிருந்து நவீன காலத் தாவரங் களுக்கு இக்காலம் வழிகாட்டுகிறது. இக் காலத்தில் வட அமெரிக் காவில் புதிய மலைத் தொடர்கள் தோன்றின. இந்தியாவில் உள்ள தக்காண பீடபூமியில் எரிமலைக் குழம்பு படிந்தது 'உலகம் புதுவித வடிவமும் அமைப்பும் பெற்ற புதுவிதத் தாவ ரங்களால் ஆகிய ஆடை அணிந்து திகழ்ந்தது' என்று அறிஞர்

ஸீவார்டு கிரெடேஷியஸ் காலத் தாவரங்களைப் பற்றிக் குறிப்பிடு கிறார். இக் காலத்தில் தோன்றிய தாவரங்கள்.



படம் 55. கிரெடேஷியஸ் காலத்தில் வாழ்ந்த சில தாவரங்கள்

At — ஆர்டோகார்பஸ்
Cn — ஸின்னமாமம்
Cp — கிளாடோபிளெபிஸ்
Db — டால்பெர்ஜைடிஸ்
Gk — ஜிங்கோயிட்ஸ்
Lc — லாக்காப்டெரிஸ்
Ls — லாரஸ்
M — மேக்னோலியா
Mp — மெரிஸ்பெர்மைடிஸ்
Pc — ரூடோடெனிஸ்
Pt — பிளாடெனஸ்
Q — குயெர்கஸ்

பாசிகள் : காரா (chara), லித்தோதாம்னியான் (Lithothamnion).

இக் காலத்தில் ஈகுவிசிடேல் வகைத் தாவரங்கள் அதிகமாகக் காணப்படவில்லை. பதிலாக, பரணிகள் அதிகமான எண்ணிக்கையில் காணப்பட்டன. (உ-ம்) மாடோனியம் (Matonidium), ஹாஸ்மேன்னியா டேனியோடெரிஸ் (Taeniopteris), ருஃபார்டியா (Ruffordia). டெம்ப்ஸ்க்யா (Tempskya). ஓனிகியம் (Onichium), ஓனிகியாப்ஸிஸ் (Onichiopsis) போன்ற கிளிகீனியேசிக் (Gleicheniaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பரணிகள் மிக அதிக அளவில் வாழ்ந்திருந்தன. ஆனால், ஆஸ்மண்டேசீக் (Osmundaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பரணிகள் இக்காலத்தில் காணப்படவில்லை.

குரெடேஷியஸ் காலத்தில் சைகடோபைடா வகைத் தாவரங்கள் அதிகமாகக் காணப்பட்டன. வில்லியம்ஸோனியா, ஸாமைட்ஸ், ஓடோஸாமைட்ஸ், ஸாமியோபில்லம் (Zamiophyllum) டீலோபில்லம் (Ptilophyllum), நில்ஸோனியா ஜிங்கோயல் வகைத் தாவரங்கள் அதிகமாகக் காணப்படவில்லை. (உ-ம்) பொய்ரா, ஸெகானோவ்ஸ்குயா (Czekanouskia) போன்றவை வாழ்ந்திருந்தன.

கோனிஸர்கள் : இன்று வாழும் அராகேரியா (Araucaria) ஸீகோயா (Sequoia) போன்ற தாவரங்களின் முன்னோர்களும் ஸியாடோபிடிஸ் (Seiadopitys) என்ற பைன்வகை மரங்களும் வாழ்ந்திருந்தன. இவற்றுடன் பிரிபைனஸ் (Prepinus), விட்ரிங்டோனியா (Widdringtonia) ஆத்ரோடேக்ஸிஸ் (Athrotaxis) போன்றவைகளும் காணப்பட்டன.

பூக்கும் தாவரங்கள் : பூக்கும் தாவரங்களின் படிமங்கள் இக்காலத்தில் காணப்பட்டன. ஐயத்திற்கிடமின்றி பூக்கும் தாவரங்கள் இக் காலத்தில் தோன்றி வாழ்ந்திருந்தன என அறிகிறோம். இவற்றுள் முக்கியமானவை: பிளாடானஸ் (Platanus), கிரெட்னெரியா (Gredneria) மாக்னோலியிபில்லம் (Magnoliaephyllum) ஸின்னமாமம் (Cinnamomum), மெனிஸ் பெர்மைடிஸ் (Menispermites) ஆர்டோகார்பஸ் (Artocarpus) ஜக்லன்ஸ் (Juglans), ஸாலிக்ஸ் (Salix) மிரிகா (Myrica) டால்பெர்ஜியா (Dalbergia), ஃபைகஸ் (Ficus), பாஹினியா(Bahinia), ஸ்டெர்குலியா (Sterculia) யுகாலிப்டஸ் (Eucalyptus) போன்ற இரு வித்திலைத் தாவரங்கள் வாழ்ந்திருந்தன. இக்காலத்தில் வாழ்ந்த ஒரு வித்திலைத் தாவரங்களைப்பற்றிய தகவல் அதிகம் கிடைக்காவிடினும், கிரெடேஷியஸ் கால முடிவில் தென்னை, பனை போன்ற மரங்களின் முன்னோர்கள் வாழ்ந்திருந்தன என்று அறிகிறோம்.

v. அண்மை உயிர் ஊழிக்காலம் (Coenozoic era): இக் காலத்தில் பல இடங்களில் நிலம் உயர்ந்தது. உயர்ந்த நிலப் பகுதியில் மண் அரிப்புகள் ஏற்பட்டு, அதிலிருந்து வரும் மண் ஏரிகளிலும், கழிமுகப் பகுதிகளிலும் படிந்தது இக் காலத்திலும் டெதிஸ்கடல் இருந்தது. கடலாக இருந்த நிலத்தின் தளம் உயர்ந்து ஆல்ப்ஸ், இமயமலை முதலிய உயர்ந்த மலைத் தொடர்கள் தோன்றின. இது ஈயோஸீன் (Eocene), ஒலி கோஸீன் (Oligocene), மியோஸீன் (Miocene), பிளையோஸீன் (Pliocene), என்ற உட்பிரிவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இந் நான்கு உட்பிரிவுகளுமாகச் சேர்ந்து டெர்ஷியரிக் காலம் (Tertiary perlod) எனப்படும்.

டெர்ஷியரிக் காலம் (Tertiory period): இக் காலத்தில் டாஸிகுளாடேசிக் (Dasycladaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ஸிமோபோலியா (Cymopolia), ஓவுலைடிஸ் (Ovulites), டாக்டிலிபோரா (Dactylicpora) ஆஸிகுலேரியா (Acicularia) போன்றவைகளும் கோடியம் (Codium), ஹாலிமீடா (Halimeda) பெனிஸில்லிஸ் (Penicullus) போன்ற சைபோனேல் (Siphonales), தொகுதிப்பாசிகளும் வாழ்ந்திருந்தன. லிதோதாம்னியான் ஆர்கியோ லிதோதாம்னியன், லிதோபில்லம் (Lithophyllum), கோனியோலிதன் (Goniolithon)போன்ற சிவப்புப்பாசி வகைகளும் (Rhodopryceac), காரோபைடா (Charphyta), வகைப் பாசிகளும் காணப்பட்டன.

பரணிகள் (Ferns)

1. பாலிபோடியேசி (Polypodiaceae) — உ-ம். அக்ரோஸ்டிகம் (Acrostichum) ஓனோகிளியா (Onoclea)
2. சைஸியேசி (Sehizaeaceae) — உ-ம். லைகோடியம் (Lygodiam)
3. கிளிகீனியேசி (Gleichemiaceae) — உ-ம். கிளிகீனியா (Gleichenia)
4. ஆஸ்மாண்டேசீ (Osmundaceae) — உ-ம். ஆஸ்மண்டா (Osmnde)
5. ஹைட்ரோப்டெரிடீ (Hydropterideae) — உ-ம். ஸால்வீனியா (Salvinia) அஸோல்லா (Azolla)



படம் 56. ஒலிகோஸீன் நிலத் தோற்றம்

Ab — அபீலியா
Ac — அகேன் தஸ்
Al — ஆஸ்ட்ரோ வேண்டா
Am — அக் ரோஸ்டிகம்
Ba — பிரஸீனியா
Ca — காடல்பா
Cb — ஸின் னமாமம்
Cs — குளாமாடிஸ்
Ea — ஏன்ஜெல்ஹார்டியா

Ev — ஈகுவினிடம்
F — ஃபைகஸ்
Fg — ஃபேகஸ்
In — இன்கார்வில்லியா
Ml — மீலிஸ்ஸா
P — பபாவெர்
Sg — ஸ்பார்கானியம்
St — ஸ்ட்ரேடியோடிஸ்
Z — இலந்தை

ஜிம்னோஸ்பெர்ம்கள் (Grymnosperms) : கோனிபெர்கள் ஸைகோயா, டாகஸோடியம், அராகேரியா, லிபோஸெட்ரஸ், கிரிப்டோமீரியா (Cryptomeria) கிளிப்டோஸ்ட்ரோபஸ் (Glyptostrobus) கால்லிட்ரிஸ், பைனஸ், ஸியாடோபிடிஸ் ஜிங்கோ பைலோபா என்ற ஓரினம் மட்டும் அத் தொகுதியில் காணப்படுகின்றது.

பூக்கும் தாவரங்கள் (Angeo sperns) : **A. ஒரு வித்திலைத் தாவரங்கள்** நிபா (Nipa) ஸாபலைடிஸ் (Sabalitis) போன்ற பனைக் குடும்பத் தாவரங்களும் (Palmae), மக்ளின்டோக்கியா (Maclin torkia) என்ற லிலியேசிக் (Liliaceae) குடும்பத் தாவரமும், டைபாஸைடிஸ் (Typhacites) என்ற டைபேசிக் (Typhaceae) குடும்பத் தாவரமும் காணப்படுகின்றன.

B. இரு வித்திலைத் தாவரங்கள்

	குடும்பம்		தாவரத்தின் பெயர்
1.	மேக்னோலியேசீ (Magnoliceae)	(உ-ம்.)	மேக்னோலியா (Magnolia) லிரியோடெண்ட்ரான் (Lyriodendron)
2.	நிம்பயேசீ (Nymphaeaceac)		நிலாம்பியம் (Nelumbiam)
3.	மெனிஸ்பெர்மேசீ (Menis permaceae)		மெனிஸபெர்மைடிஸ் (Menis permites)
4.	ஓனகிரேசீ (Onagraceae)		டிராபா (Trapa)
5.	மிர்டேசீ (Myrtaceae)		யுகாலிப்டஸ்
6.	காம்பிரிடேசீ (Combretaceae)		டெர்மினேலியா (Terminalia)
7.	டிலியேசி (Tiliaceae)		டில்யா (Tilia)
8.	லெகூமினோசீ (Leguminoseae)		டால்பெர்கிஜைடிஸ் (Delbergites)
9.	ஹமாமீலிடேசீ (Hamamelidaceae)		லிகுவடாம்பர் (Liquidamber)
10.	பிளாடானேசீ Platanaceae		பிளாடானஸ் (Platanus)

11	ஸாலிகேசீ (Saliceceae)	ஸாலிக்ஸ் (Salix)
12.	மிரிகேசீ (Myricaceae)	மிரிகா (Myrica)
13.	பெடுலேசீ (Betulaceae)	பெடுலா (Betula), அல்னஸ் (ulnus)
14.	ஃபேகேசி (Fagaceae)	குயெர்கஸ் (Quercus) டிரைபோபில்லம் (Dryophyllum)
15.	மோரேசீ (Moraceae)	ஆர்டோகார்பஸ் (Artocarpus) ஃபைகஸ் (Ficus)
16.	ரேம்னேசீ (Rhamnaceae)	இலந்தை (Zizyplus) பாலியூரஸ் (Paliurus)
17.	ஸாபிண்டேசீ (Sapindeceae)	ஸாபிண்டஸ் (Sapindus)
18.	ஆஸெரேசீ (Aceraceae)	ஆஸெர் (Acer)
19.	ஜக்லாண்டேசீ (Juglandaceae)	ஜக்லன்ஸ் (Juglans) என்ஜெல்ஹார்டியா (Engelhaydtia) தெவால்குயா (Dewelquea)
20.	நைஸ்ஸாசீ (Nyssaceae)	நைஸ்ஸா (Nyssa)
21.	எபெனேசீ (Ebenaceae)	டையாஸ்பைரோஸ் (Diospyros)

குவாடெர்னரிக் காலம் (Quaternary period) : இக் காலத்தில் மேலும் பூக்கும் தாவரங்கள் அதிகரித்தன. ரேனன்குலேசீக் (Ranunculaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ரேனன் குலஸ் (Ranunculus), தாலிகட்ரம் ஆல்பைனம் (Thalictrum alpinum), கம்பாஸிடேக் (Compositae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த டராக்ஸகம்

(Taraxacum) போன்றவைகளும், எரிகேசீக் (Ericaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த ரோடொடெண்ட்ரான் (Rhododdendron) போன்றவைகளும், பாலிகோனேசீக் (Polygonaceae) குடும்பத்தைச் சேர்ந்த பாலிகோனம் விவபேரம் (Polygonum viviparum) போன்ற தாவரங்களும் மற்றும் பெடுலா நாறு (Betula nana) பெ. ஒடரேடா (Betula Odorata), பாபுலஸ் (Populus), புருனஸ் (Prunus), வாக்ஸீனியம் (Vaceinium) சாக்ஸிஃபிரேகா (Saxifraga) முதலிய தாவரங்களும் காணப்படுகின்றன. இக் காலத்தில் இன்றுள்ள பெரும்பாலான பூக்கும் தாவரத் தொகுதிகளின் பிரதிநிதிகள் வாழத் துவங்கி விட்டன.

முடிவுரை : உலகம் தோன்றியது ஒரு காலம் ; அதில் உயிரினங்கள் தோன்றியது ஒரு காலம். முதலில் தோன்றிய தாவரங்கள் எளிய அமைப்புடையவை ; பின்னர் அவைகளிலிருந்து பல வாறான பரிணமப் பாதைகளில் பல தாவரத் தொகுதிகள் சிறந்து பரிணமித்தன. இறுதியில் பரிணமப் பாதையில் மிகவும் முன்னேற்றம் அடைந்து விளங்கும் எண்ணற்ற பூக்கும் தாவரங்களை இன்று நாம் காண்கிறோம். இதுவே, அன்று முதல் இன்று வரையிலான தாவரங்களின் வரலாறும் வாழ்க்கையும் ஆகும்.

மூன்றும் பகுதி

மரபியல்

(GENETICS)

14. பாரம்பரியம்

(Heredity)

"தம் வாழ்நாளில் பாரம்பரியம் என்ற புதிருக்கு விடை இல்லாமலிருந்தது" என அறிஞர் டார்வின் கி. பி. 1868 ம் ஆண்டில் கருதினர். ஆனால் இவரது கூற்றுக்கு முன்னே கி. பி. 1866 ம் ஆண்டிலேயே பாரம்பரியம் என்ற புதிருக்கு விடை மெண்டெல் என்ற அறிஞரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது என்ற உண்மையினை அறிஞர் டார்வின் அறிந்து கொள்ளாமலிருந்தார். கி. பி. 1866 ம் ஆண்டில் உருவாக்கப்பெற்ற மெண்டலது கொள்கைகள் கி. பி. 1900 ம் ஆண்டு வரை அறிவியல் அறிஞர் களுக்குத் தெரியாமல் இருந்தது. அறிஞர் மெண்டெலுக்குமுன் வாழ்ந்திருந்தவர்கள் பாரம்பரியத்தின் உண்மைகள் மிகவும் பரிச்சயமானவை; அதனல் அவை மக்களுக்குத் தெரிந்தவையே என நம்பிவந்தனர். 'ஒத்தது ஒத்ததையே தரும்' 'like begets like' என்ற பழமொழியினை நம்பிவந்தார்கள்.

கிரேககப் பேரறிஞர் அரிஸ்டாட்ல் அழுகும் பொருள்களி லிருந்து உயிரினங்கள் தோன்றின என்ன நம்பினர். இந்த உயிரிலிப் பிறப்புக் கொள்கையைப் பின்னர்த் தோன்றிய ரீடி (Reedi 1626—1698) ஸ்பல்லன்ஜானி (Spallanzani 1729—1799), லூயிபாஸ்டியர் முதலிய அறிஞர்கள் செய்த சோதனைகளால் மறுக்கப்பட்டு. உயிரிப் பிறப்புக்கொள்கை ஏற்றுக் கொள்ளப் பட்டது. பாரம்பரியமும் உயிர்ப்பொருளும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையவை என்றும் ஒன்று மற்றொன்றுடன் சேர்ந்து இயங்கும் என்றும் கண்டுபிடித்தார்கள். எல்லா உயிரினங்களும் வெளியிலிருந்து உணவுப் பொருள்களை உண்டு, வளர்ந்து இனப் பெருக்கம் செய்கின்றன; பெற்றோர்கள் இனப்பெருக்கம் செய்யும்

போது தங்களது பண்புகளைப் புதிய உயிரினங்களை உண்டாக்குவதன்மூலம் நிலைபெறச் செய்கின்றனர். இவ்விதம் பெற்றோர்களின் பண்புகள் பிள்ளைகளில் கைவரப் பெறுவதே பாரம்பரியம் எனப்படும்.

கி. பி. 1673 ல் வாழ்ந்த கிராப் (Graaf) என்பவர் பறவைகளில் முட்டையைக் (egg) கண்டு பிடித்தார். கி. பி. 1680 ல் லியூவென்ஹுக் (Leeuwenhoek) விந்தும் முட்டையும் சேர்ந்திருப்பதைக் கண்டார். கி.பி. 1875 ல் ஆஸ்கார் ஹெர்ட்விக் (Oscar Hertwig) என்பவர் கருவுறுதலின்போது முட்டையும் விந்தும் இணைந்து புதிய உயிரினத்தை உண்டாக்குகின்றன என்று கண்டுபிடித்தார். தாவரங்களில் பாலினப் பெருக்கம் நடைபெறுகிறது என்பதை லின்னயிஸ் கல்ரூய்ட்டர், கேர்ட்னெர் முதலியவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். பூக்களில் இரட்டைக் கருவுறுதல் (Double fertilization) நடைபெறுவதை எஸ்:ஜி. நவாஷின் (S.G. Nawaschin 1819) என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

நியூடன் (Neuton 1642—1726) முன்படைப்பு (preformation), முன்தோற்றம் (Epigenesis) முதலிய கொள்கைகளை நம்பியிருந்தார். கி. பி. 1694 ல் ஒருவர் மனித விந்துவில் சிறிய அளவிலான மனித உருவம் இருப்பதாக நம்பினார். இதற்கு ஹோமன்குலஸ் (homunculus) என்று பெயர். ஸ்வாம்மெர்டாம் (Swammerdam) என்பவரும் பான்னெட் (Bonnet) என்பவரும் மனித உடல் விந்துவில் முன்பே உருவாக்கப்பட்டு விட்டது என நம்பினர். பான்னெட் அவர்களது முன் அமைப்புக் கொள்கையின்படி (encapsulation theory) ஒரு பெண் உயிரினம் எல்லாச் சந்ததிகளையும் பெரிய பெட்டிக்குள் பல சிறிய பெட்டிகள் ஒன்றுக்குள் ஒன்ருக அடக்கிக் கொண்டிருப்பதுபோல் அடக்கிக்கொண்டிருக்கும் என்று கருதினர்.

சிறந்த நுண்ணோக்கிகள் (Microscopes) கண்டுபிடிக்கப்பட்ட பின் வுல்ஃப் (C. F. Wolff 1733—1794) கே. ஈ. வான்பேயர் (K.E. Van Bear 1792—1872)முதலியவர்கள் முன் படைப்புக்கொள்கையினை மறுத்த போதிலும், முன்தோற்றக் கொள்கையினை நம்பினர்கள். இவர்கள் கருத்துப்படி வளர்ச்சிச்செயலில்வ ளருவதை விட அதிகம் உள்ளது எனக் கருதினர்கள். பால்செல்கள் (Sex cells) அமைப்பற்ற திரவமாக உள்ளன என்றும், வளரும் உடலும் அதன் உறுப்புகளும் அதிலிருந்து பல மாறுதல்களடைந்து உண்டாகின்றன என்றும் நம்பினர்கள்; இவர்கள் கருத்துப்படிக் கரு வளர்ச்சி என்பது உருவத்தினல் ஏற்படும் வளர்ச்சி மட்டும் அல்ல; கேமீட்டுகளுக்கும் ஸைகோட்டிற்கும், அதனின்று வளரும் உயிரினத்திற்கும் எவ்வித ஒற்றுமையும் கிடையாது. கரு பல

மாறுதல்களையடைந்து முன்னர் சிறிய அளவில்கூட இல்லாத பல உறுப்புகளை உண்டாக்குகிறது' என்று கருதினார்கள்.

இச் சமயத்தில் ஷ்லீய்டன் (Schleiden) ஷ்வான் (Schwann 1838) விர்சோவ் (Virchow 1855) என்பவர்கள் செல்கொள்கையினை (Cell theory) உருவாக்கினார்கள். இதன்படி 'செல்கள் முன்பிருந்த செல்களிலிருந்துதான் தோன்ற முடியும், எல்லா உயிரினங்களும் இச் செல்களினால் ஆகியவை, எனவே செல் என்பது உயிரினங்களின் அமைப்பு செயலியல் அலகு ஆகிறது.

செல் கொள்கையினை அடிப்படையாகக்கொண்டு டார்வின் தனது பான்ஜெனிஸிஸ் கோட்பாட்டினை ('Theory of Pangenesis') உருவாக்கினார். இக் கோட்பாட்டின் கருத்துக்களாவன உயிரினத்தின் உடலத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு செல்லும் தன்னையொத்த உயிர்மூலங்களை (Gemmules) உண்டு பண்ணுகின்றன. இவை இரத்தத்துடன் கலந்து கேமீட்டுகள் உண்டாக்கும் பகுதிகளை அடைகின்றன. அங்கு பல உறுப்புக்களிலிருந்து வந்த உயிர் மூலங்கள் ஒன்றாகச் சேர்ந்து கேமீட்டுகள் ஆகின்றன. இரு கேமீட்டுகள் இணைந்த ஸைகோட்டிலிருந்து, புதிய உயிரினம் உண்டாக்குவதால் அதில் பலவிதமான உறுப்புகளும், செல்களும் உண்டாகின்றன. தனிப்பட்ட உயிரினத்தின் வாழ்வில் சூழ்நிலையால் பெற்ற வியல்புகள் (Acquired characters) பாரம்பரியமாகின்றன என்ற கருத்தினையும் இக்கோட்பாடு விளக்குகிறது.

ஆகஸ்ட் வீஸ்மேன் (August Weismann கி. பி. 1834–1914) ஒரு உயிரினத்தின் வாழ்வின்போது சூழலால் பெற்றவியல்புகள் பாரம்பரியமானவை என்ற கருத்தினை ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை, இவர் ஜெம்பிளாசக் கொள்கையினை (Germplasm theory) உருவாக்கினார். இக்கொள்கையின் கருத்தாவது: கேமீட்டுகளை உண்டாகும் இனப் பெருக்குச் செல்கள் ஜெம்பிளாசம் என்றும், மற்றத் திசுக்கள் சோமாடோ பிளாசம் (Somatoplasm) என்று பிரித்துணர்ந்தார். ஜெம்பிளாசம் சோமாடோ பிளாசத்தினின்றும் தனியானது, வேறுபட்டது தன்னையொத்த மற்றொன்றினை உருவாக்கும் திறனும் சுயபெருக்கு (Self reporoduction) ஆற்றலும் ஜெம்பிளாசத்தில் மட்டுமே உள்ளன; சோமடோ பிளாசத்தில் கிடையாது. ஜெம்பிளாசம் தன்னையொத்த மற்றொன்றினை உண்டாக்கும்போது, யதேச்சையாக உடலத்தைத் தோற்றுவிப்பதற்கு அடிப்படையான சோமாடோபிளாசத்தையும் உண்டாக்கி விடுகிறது என்று கருதினார்.

ஜெம்பிளாசக் கொள்கை பாரம்பரியத்தின் சில உண்மைகளை விளக்கிய போதிலும் எல்லா உயிரினங்களுக்கும் இக்கொள்கை பொருந்துவதில்லை. பரிணாம அடிப்படையின் கீழ்நிலையில் உள்ள விலங்குகளிலும், தாவரங்களிலும் ஜெம் என்றும் சோமா என்றும் வேறுபாடுகள் அமைந்திருப்பதில்லை. மற்றும் ஜெம்பிளாசம் பல சந்ததிகளிலும் எவ்வாறு சோமாடோபிளாஸத்தை உண்டாக்கிக் கொண்டே செல்லுகிறது என்பதை விஸ்மேன் சரியாக விளக்க வில்லை. இந்தப் புதிருக்கான விடையை மெண்டெல் என்பவர் தான் கண்டுபிடித்தார்.

15. மெண்டெலின் பாரம்பரிய விதிகள்

(Mendel's Laws of Heredity)

பாரம்பரியத்தின் அடிப்படைக் கொள்கைகள் கிரிகார் ஜோஹன் மெண்டெல் (Gregor Johann Mendel) என்பவரால் கி. பி. 1865 ம் ஆண்டில் உருவாக்கப்பட்டன. இவர் ஆஸ்திரியா நாட்டில் பிரன் (Brunn) என்னும் ஊரில் உள்ள கிருத்துவ மடாலயத்தில் வாழ்ந்து வந்த பாதிரியார் ஆவர். மடாலயப் பூந்தோட்டத்தில் மெண்டெல் தனது புகழ்பெற்ற சோதனைகளைச் செய்து வந்தார். இவர் பட்டாணிக் கடலைச் செடிகளை வளர்த்து அவற்றின் மாறுபட்ட பண்புகள் பின் சந்ததிகளில் எவ்வாறு தோன்றுகின்றன என ஆராய்ந்தார். கி. பி. 1857 ம் ஆண்டிலிருந்து கி. பி. 1865 ம் ஆண்டுவரை இவர் பல சோதனைகள் செய்து, அச் சோதனைகளில் தான் கண்ட உண்மைகளை பிரனில் உள்ள இயற்கை வரலாற்றுக் கழகத்தின் (Natural History society) ஆண்டு வெளியீட்டில் பிரசுரம் செய்தார். வரலாற்று முக்கியத் வாய்ந்த, அறிவியல் சகாப்தத்தில் புதிய அத்தியாயத்தைத் தோற்றுவிக்கக்கூடிய இவரது கண்டு பிடிப்புகள் துரதிர்ஷ்டவசமாக எவருடைய கவனத்தையும் ஈர்க்கவில்லை. இதற்குப் பல காரணங்கள் கூறப்படுகின்றன. 1. அக் காலத்து அறிவியறிஞர்கள் அன்று தோன்றிய டார்வின் எழுதிய 'இனத் தோற்றம்' என்ற புத்தகத்தைப் பற்றிய விவாதத்தில் ஈடுபட்டிருந்தனர். 2. அக் கால உயிரியலறிஞர்களுக்கு மெண்டெல் அளித்த புள்ளியியல் முறைப்படியான விளக்கங்களைப் புரிந்துகொள்ள முடியவில்லை.

கி. பி. 1900-ம் ஆண்டில் பாரம்பரியத்தைப்பற்றி ஆய்ந்து வந்த ஹாலந்து நாட்டு ஹியுகோ டி விரிஸும், ஜெர்மானிய நாட்டைச் சேர்ந்த கார்ல் காரென்ஸ் (Karl correns) என்பவரும்,

ஆஸ்திரியா நாட்டைச் சேர்ந்த எரிக்வான் ஷெர்மாக் (Eric von Tschermak) என்பவரும் பாரம்பரியம்பற்றித் தனித்தனியாக மெண்டல் கொண்ட கருத்துகளுக்கும் முடிவுகளுக்கும் வந்தனர். டி விரிஸ், மெண்டெலின் கண்டுபிடிப்புகள் அடங்கிய ஆய்வு வெளியீட்டினைக் கண்டிபிடித்து உலகிற்கு உணர்த்தினர்.

மெண்டெலின் சோதனைகள் : மெண்டல் தனது சோதனை களுக்கு 34 வகையான பட்டாணி விதைகளை எடுத்துக்கொண்டார் இவற்றில் எதிரிடைப் பண்புடைய (Allele) பட்டாணிச் செடி களைத் தேர்ந்தெடுத்தார். உதாரணமாக, சிவப்பு நிறமுள்ள பூக் களையும், வெள்ளைப் பூவுடைய செடிகளையும், தனியாகப் பிரித் தெடுத்தார். சிவப்பு நிறப் பூவுடைய செடிகள் பின்வரும் சந்ததி களிலும், சிவப்பு நிறமுடைய பூக்களையே கொடுக்கின்றனவா என ஆராய்ந்தார். இச் செடி தொடர்ந்து பல தலைமுறைகளிலும் (generation) மாறுமல், சிவப்பு நிறமுடைய பூக்களையே உண்டாக் கினுல், இச் செடி பூவின் சிவப்புநிறப் பண்பைப் பொறுத்த மட்டில் உண்மைப் பண்பு (breeds true) எனப்படும். இதேவித மாகப் பட்டாணிச் செடியில் பல சோதனைகள் செய்து, விதையின் உருவம்(Form of seed), வித்திலையின் நிறம் (colour of cotyledon), பூக்கள், விதையுறைகளின் நிறம் (Colour of flowers and seedcocts),கனியின் நிறம், உருவம் (Form and colour of pod), பூக் களின் அமைவிடம் (Position of flowers), தண்டின் நீளம் (Length of stem) என்ற ஏழு எதிரிடைப் பண்புகள் உள்ளன என்றும், அவை பல கலவிகளுக்குப் பின்னும் மாறுமல், உண்மையாக நடந்து கொள்ளுகின்றன என்றும் கண்டுபிடித்தார்.

மெண்டெலின் ஆய்வுமுறைகள் : மெண்டெல் தனது சோதனை களுக்குத் தேர்ந்தெடுத்த செடியும், அவரது ஆய்வுமுறையும் அவருக்குப் புகழைத் தேடித் தந்தன. பாரம்பரியத்தைப்பற்றி இவருக்கு முன்னர் ஆய்ந்த அறிஞர்கள், ஓர் உயிரினம் முழுவதை யும் சோதனைப் பொருளாக ஆய்ந்து வந்தார்கள். அதனுல் அவர் கள் எவ்விதமான ஒரு முடிவிற்கும் வர இயலவில்லை. ஆனுல் மெண்டெல் பரிசோதனைகளின்போது, ஒரு தடவையில் ஒரே ஒரு எதிரிடைப் பண்பினைமட்டும் எடுத்துக்கொண்டு, இப் பண்பு எவ் விதம் பின்வரும் சந்ததிகளில் தோன்றுகின்றன என்று ஆராய்ந் தார். ஒவ்வொரு கலவியிலும் பல செடிகளை வளர்த்து, அவற்றின் எண்ணிக்கையையும், அவைகளில் உள்ள பாரம்பரியப் பண்பு களையும் எண்ணிக் கணக்கிட்டுப் புள்ளியல் அடிப்படையில் தம் முடிவுகளை வெளியிட்டார். எனவே, மெண்டெல் ஒருவர்தான் பாரம்பரியத்தை அளவிடத்தக்க எண்ணிக்கையின் (measurable numbers) அடிப்படையில் கண்டுபிடித்தார்.

மெண்டெல் தமது பரிசோதனைகளுக்குப் பட்டாணிக் கடலைச் செடிகளை எடுத்துக்கொண்டது, மற்றொரு சாதகமான நிலை ஆகும். இச் செடிகளை எளிதில் தோட்டத்தில் பயிரிட முடியும். இவற்றின் வாழ்வுக் காலம் குறுகியது. ஆகையால், ஓராண்டிற்குள் இரு தலை முறைச் செடிகளை வளர்க்க இயலும். அதிர்ஷ்டவசமாக அவர் தேர்ந்தெடுத்த பண்புகள் யாவும், விஞ்சுதன்மை (Dominant) பெற்றிருந்தன. இச் செடிகளில் பொதுவாகத் தற்கருவுறுதல் முறையில் கனி விதை உண்டாகின்றன. இது மெண்டெலின் கலப்புயிர்ப் பயிர்முறைக்கு (hybridisation) ஏற்றதாக உள்ளது. ஒரு குறிப்பிட்ட பண்புடைய பூவிலிருந்த மகரந்தத்தை எடுத்துக் குறிப்பிட்ட பண்புகளுடைய மற்றொரு செடியின் சூலக முடியில் சேர்த்துச் செயற்கை முறையில் அயல் மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ்த்த முடியும். மாறுபட்ட எதிரிடைப் பண்புகளைக்கொண்ட இரு செடிகளின் கலவிக்குப் பிறகு உண்டான சந்ததிக்குக் கலப்புயிரி (hybrid) என்று பெயர். இக் கலப்புயிரியின் பண்புகளை ஆராய்ந்து, அவைகளைத் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை முறையில் கலந்து, இரண்டாம் மகட் சந்ததியை (Second Filial generation) உண்டாக்கி, அவற்றின் பண்புகளையும் ஆராய்ந்து குறித்துக் கொண்டார். இங்ஙனம் ஆயிரக்கணக்கான கலப்புயிரிகளை வளர்த்து, அவற்றின் பண்புகளை ஆராய்ந்து, சில அடிப்படையான கொள்கையினை உருவாக்கினர்.

ஒரு பண்புக் கலப்புயிரி விகிதம் (Monohybrid Ratio) : மெண்டெல் தனது பரிசோதனைக்கு 6 முதல் 7 அடி உயரமான நெட்டைச் செடியை எடுத்துக்கொண்டார். இதன் விதைகளைப் பல சந்ததிகளிலும் சேகரம் செய்து மீண்டும் முளைக்கப் போட்டதில், அவ் விதைகள் மீண்டும் நெட்டைச் செடிகளையே தந்தன. எனவே, இச் செடிகள் நெட்டைப் பண்புக்கு (tallness) உண்மையானவை-யாக உள்ளன. இதே விதமாகக் குட்டைத் தன்மைக்கு (dwarfness) உண்மையான செடிகளைத் தேர்ந்தெடுத்தார். குட்டைச் செடிகள் 9 முதல் 18 அங்குலம்வரை வளரும். இந்த நெட்டைச் செடிக்கும் குட்டைச் செடிக்கும் பெற்றோர் சந்ததி (Parental generation) என்று பெயர். நெட்டைச் செடிகளின் பூக்களிலிருந்து மகரந்தத்தை எடுத்துக் குட்டைச் செடிப்பூக்களின் சூலகமுடியில் சேர்த்தார். இச் செடிகளில் மீண்டும் மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழாதவாறு பூக்களை மூடி வைத்தார். கருவுற்று விதைகளை யுண்டாக்கின. இவ் விதைகளை முளைக்கப்போட்டால், நெட்டைச் செடிகளே முளைத்தன. இச் செடிகள் முதல் மகட் சந்ததியைச் (First filial generation) சேர்ந்தவை எனப்படும். நெட்டை, குட்டை என்ற இரு எதிரிடையான பண்புகளுடைய பெற்றோர்

களின் கலவியினுல் உண்டாகிய செடிகள் F_1 கலப்புயிரிகள் (F_1 hybrids) எனப்படும். இச் செடிகளின் பூக்களைத் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழுமாறு செய்வித்து, இவற்றிலிருந்து உண்டாகிய விதைகளை முளைக்கப்போட்டால் அச் செடிகள் இரண்டாவது மகட் சந்ததியைச் (Second filial generation) சேர்ந்தவை எனப்படும். முதல் மகட் சந்ததியைச் சேர்ந்த செடிகள் யாவும் நெட்டையாயும், இரண்டாவது மகட் சந்ததியைச் சேர்ந்த செடிகளில் 3 பங்கு நெட்டைச் செடிகளும் ஒரு பங்கு குட்டைச் செடிகளும் காணப்பட்டன.

மெண்டெலின் விளக்கம் : பெற்ருேர்களது பண்புகள் பிள்ளைகளுக்குக் கேமீட்டுகள் மூலம் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. பெற்ருேரது பண்புகள் அவற்றின் கேமீட்டுகளில் அடங்கியுள்ளன. இக் கேமீட்டுகள் இணைந்து புதிய உயிரினம் உண்டாகும் போது, அப் புதிய உயிரினம் பெற்ருேர்களின் பண்புகளைப் பெற்றுள்ளது. ஏதோ, ஒரு பொருள் பெற்ருேர்களின் பண்புகளைப் பிள்ளைகளுக்குக் கொண்டுவர ஆதாரமாக உள்ளது. அந்த ஏதோவொரு பொருளுக்கு மெண்டெல் காரணி (Factor) என்று பெயரிட்டார், உதாரணமாக, உண்மையான நெட்டைச் செடி தனது கேமீட்டுகளில் நெட்டைத் தன்மைக்குரிய காரணியைப் பெற்றிருந்தது. அதேவிதமாக, உண்மையான குட்டைச் செடியும் தனது கேமீட்டுகளில் குட்டைத் தன்மைக்குரிய காரணியைப் பெற்றிருந்தது. நெட்டைக் குட்டைச் செடிகளின் கேமீட்டுகள் இணைந்து உண்டாகிய முதல் மகட் சந்ததிச் செடிகள் யாவும், நெட்டையாகவே இருந்தன. நெட்டை, குட்டைக்குரிய இரு கேமீட்டுகள் இணைந்து உண்டாகிய புதிய உயிரினத்தில் இரு பண்புக் காரணிகளும் சம அளவில் கலந்து உண்டாகியிருந்தபோதிலும், ஒரு பண்புக்காரணி மட்டும் வெளிப்படுகிறது. ஏன் முதல் மகட் சந்ததியில் நெட்டை, குட்டை ஆகிய இரு பண்புக் காரணிகளும் சம அளவில கலந்திருந்தாலும், நெட்டைத் தன்மைக்குரிய காரணி விஞ்சு தன்மை பெற்றிருப்பதால் (Dominance) வெளிப்படுகிறது. இச் செடிகள் நெட்டைத் தன்மையைப் பெற்றுக் குட்டைப் பண்புக்குரிய பண்பு வெளித் தோன்ருவிதமாக அடக்கியாளுகின்றன. எனவே, வெளித் தோற்றத்தில் நெட்டைத் தன்மை விஞ்சு தன்மை பெற்றிருந்தாலும், குட்டைப் பண்பு அடங்கு தன்மை பெற்று வெளித் தோன்ருமல் மறைந்து காணப்படுகிறது. நெட்டைப் பண்பு விஞ்சுதன்மை பெற்றது (Dominant) என்றும், குட்டைப் பண்பினை அடங்குதன்மையுடையது (Recessive) என்றும் கூறுகிருர். இவ்வகை முதல் சந்ததிக் கலப்புயிரி நெட்டைச் செடிகளைத் தன்மகரந்தச் சேர்க்கையின்மூலம் விதைகளை

யுண்டாக்கி, அவ் விதைகளை முளைக்கப்போட்டால், 787 நெட்டைச் செடிகளும், 277 குட்டைச் செடிகளும் ஏறக்குறைய 3:1 விகிதத்தில் அமைந்துள்ளன. இரண்டாம் மகட் சந்ததியில் குட்டைச் செடிகள் தோன்றுவதிலிருந்து, குட்டைத் தன்மைக்குரிய பண்பு முதல் மகட்சந்ததியில் அடக்கியாளப் பெற்றதால் மறைந்திருந்து, மீண்டும் வெளிப்படுகிறது என அறியலாம். இரண்டாம் மகட் சந்ததியில் பெற்றோர்களையொத்த நெட்டைச் செடிகளும், குட்டைச் செடிகளும் 3:1 விகிதத்தில் காணப்படும். இச் செடிகளைத் தன் மகரந்தச் சேர்க்கையின்மூலம் கலந்து, விதைகளை உண்டாகச் செய்து முளைக்கப்போட்டால், அச் செடிகள் மூன்றும் மகட் சந்ததியைச் சேர்ந்தவையாகும் (F_3 generation). இச் செடிகளில் மூன்று வகைகள் இருப்பதைக் காணலாம்.

(1) இரண்டாம் மகட் சந்ததியைச் சேர்ந்த நெட்டைச் செடிகளில் $\frac{1}{4}$ பகுதி அதாவது, 25 சதவீதம் செடிகள் தன் மகரந்தச் சேர்க்கையினால் நெட்டைச் செடிகளையே உண்டாக்கின. இந்த நெட்டைச் செடிகள் உண்மையான நெட்டைச் செடிகளாகும் (Pure talls).

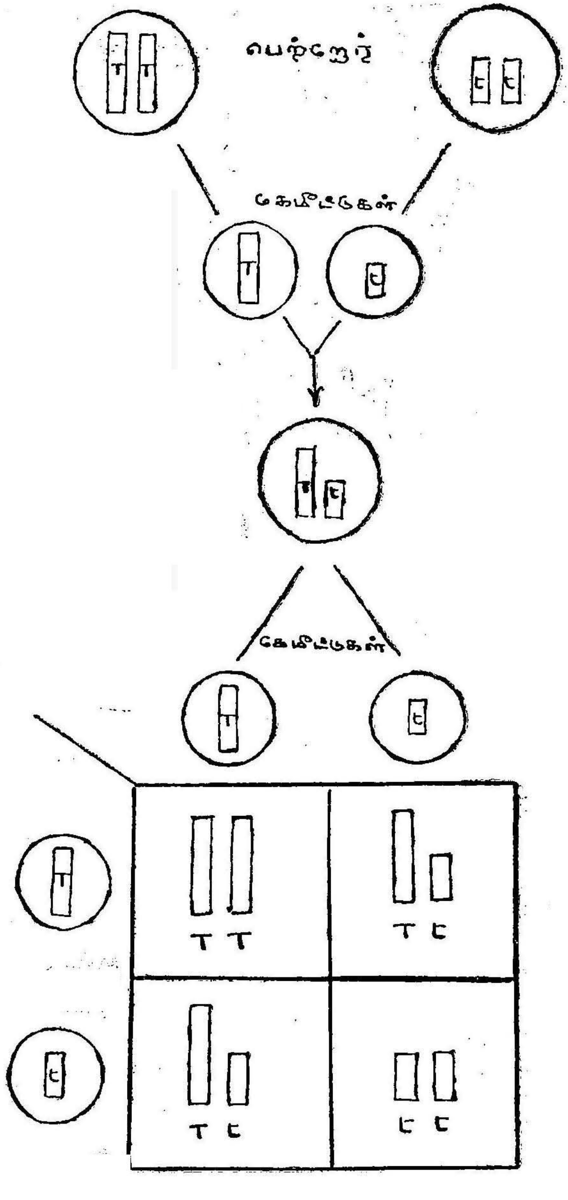
(2) இரண்டாம் மகட்சந்ததியைச் சேர்ந்த 50 சதவீதம் நெட்டைச்செடிகள், தன் மகரந்தச் சேர்க்கையின்போது நெட்டை: குட்டைச் செடிகளை 3:1 என்ற விகிதத்தில் உண்டாக்கின. எனவே, இவை கலப்புயிரி நெட்டைச் செடிகள் (hybrid talls) ஆகும்.

(3) இரண்டாம் மகட்சந்ததியில் மீதியுள்ள 25 சதவீதமுள்ள குட்டைச் செடிகள் தன் மகரந்தச் சேர்க்கையினால், குட்டைச் செடிகளையே தொடர்ந்து பல சந்ததிகளிலும் உண்டாக்கின. எனவே, இவை உண்மையான குட்டைச் செடிகளாகும் (Pure dwarfs)

எனவே, இரண்டாம் மகட்சந்ததியைச் சேர்ந்த செடிகள் புறத்தோற்றத்தில் 3:1 என்ற விகிதத்தில் உள்ளன. இதற்குப் புறத்தோற்ற விகிதம் (Phenotypic ratio) என்று பெயர். ஆனால், இவைகளைத் தன் மகரந்தச் சேர்க்கை செய்வித்துப் புதிய செடிகளை மூன்றும் மகட் சந்ததியில் உண்டாக்கியபொழுது, இச் செடிகளின் உண்மையான பாரம்பரியத் தன்மை வெளிப்படுகிறது இரண்டாம் மகட்சந்ததியில் உள்ள நெட்டைச் செடிகளின் புறத்தோற்றத்திற்கு நெட்டையாகக் காணப்பட்டாலும், பாரம்பரியப் பண்பில், மரபுவழியில், 1. உண்மை நெட்டைச் செடியும், இரு கலப்புயிரி நெட்டைச் செடிகளும் காணப்படுகின்றன. உண்மையான நெட்டைச் செடியில் நெட்டைத் தன்மைக்குரிய காரணிகள்மட்டுமே காணப்படும். கலப்புயிரி நெட்டைச் செடிகளில் நெட்டை, குட்டை ஆகிய இரு பண்புகளுக்குரிய காரணிகளும் உள்ளன.

உண்மையான குட்டைச் செடியில் குட்டைப் பண்புக்குரிய காரணிகள்மட்டுமே காணப்படுகின்றன. எனவே, பாரம்பரியப் பண்புகளை ஆராய்ந்தால், இரண்டாவது மகட்சந்ததியில் 1. உண்மை நெட்டைச்செடி; 2. கலப்புயிர் நெட்டைக் செடிகள்: 1 குட்டைச் செடிகள் ஆகியவை உள்ளன. இதற்கு மரபியல் விகிதம் (Genotypic ratio) என்று பெயர். இது பாரம்பரியப் பண்புகளின் அடிப்படையில் கணக்கிடப்பட்டது.

ஒரு பண்புக் கலப்புயிரி விகிதத்தைக் கீழ்க்கண்டவிதமாகக் குறியீடுகளைக்கொண்டு விளக்கலாம். பரிசோதனைக்கு முதலில் எடுத்துக்கொண்ட பெற்றோர்கள் உண்மையானவை. எனவே, நெட்டைச் செடியில் TT என்ற இரு நெட்டைப் பண்புக்குரிய காரணிகள் அல்லது ஜீன்கள் அமைந்துள்ளன. இதேவிதமாகக் குட்டைச் செடியிலும் இரு குட்டைப் பண்புக்குரிய tt ஜீன்கள் அமைந்துள்ளன. நெட்டைச் செடியிலிருந்து உண்டாகும் கேமீட்டு கள் ஒவ்வொன்றிலும் நெட்டைப் பண்புக்குரிய T ஜீன் காணப் படும். இதே மாதிரியாகக் குட்டைச் செடி உண்டாக்கும் கேமீட்டு களில் t ஜீன் காணப்படும். நெட்டைச் செடியிலிருந்து நெட்டைப் பண்புக்குரிய T ஜீன் அமைந்த கேமீட்டும், குட்டைச் செடியி லிருந்து குட்டைப் பண்புக்குரிய t ஜீனும் இணைந்து F_1 கலப்புயிரி உண்டாகிறது. இதில் Tt என்ற இருவிதமான ஜீன்கள் இணைந் திருந்த போதிலும் நெட்டைப் பண்புக்குரிய T ஜீன் விஞ்சுதன்மை பெற்றது; அதனால் குட்டைப் பண்புக்குரிய t ஜீன அடக்சி யாண்டு, நெட்டைத் தன்மை வெளிப்பட்டு, F_1 கலப்புயிரிகள் யாவும் நெட்டைச் செடிகளாகவே காணப்படுகின்றன. F_1 கலப் புயிரிகள் கேமீட்டுகள் உண்டாக்கும்பொழுது, இருவிதமான கேமீட்டுகளை உண்டாக்குகின்றன. F_1, கலப்புயிரியில் நெட்டைப் பண்புக்குரிய T ஜீனும் குட்டைப் பண்புக்குரிய t ஜீனும் ஒன்றாக இணைந்திருந்தபோதிலும், கேமீட்டுகள் உண்டாகும்போது, இவ் விரு பண்புகளும் பிரிந்து, ஒதுங்கித் தனித்தனியான கேமீட்டு களை உண்டாக்குகின்றன. அதாவது கலப்புயிரிலிருந்து தோன் றும் பாதி கேமீட்டுகளில் நெட்டைப் பண்புக்குரிய T ஜின் உள்ளது. இந்த ஜினைப் பொறுத்தமட்டிலும், இந்தக் கேமீட் டைப் பொறுத்தமட்டிலும் இது தூய்மையானது, உண்மை யானது, கலப்பற்றது. இதேவிதமாக, கலப்புயிரிலிருந்து தோன் றும் மறுபாதிக் கேமீட்டுகளில் குட்டைப் பண்புக்குரிய t ஜின் மட்டிலுமே காணப்படும். எனவே, குட்டைப் பண்புக்குரிய t ஜீனையும், அதைப் பெற்றுள்ள கேமீட்டைப் பொறுத்தமட்டில் தூய்மையானது, உண்மையானது, கலப்பற்றது. இதற்குக் கேமீட்டுகளின் தூயதன்மை (Purity of gameties) என்று பெயர். நெட்டை குட்டைப் பண்புகளை Tt இணைந்திருந்த கலப்புயிரியி



படம். 57.

ஒரு பண்புக் கலப்புயிரி விகிதத்தை விளக்குவதும்

லிருந்து, கேமீட்டுகள் தோன்றும்போது பாதி நெட்டைப பண்பு T ஜீனுடைய கேமீட்டுகளும், பாதிகுட்டைப் பண்பு t ஜீனுடைய கேமீட்டுகளும் பண்பில் முறையாகப் பிரிந்து ஒதுங்குவதைக் காண்கிறோம். F_1 கலப்புயிரியின் இவ்விதமான கேமீட்டுகள் இணைந்து F_2 சந்ததிகள் உண்டாகும்போது, புறத்தோற்றத்தில் 3 நெட்டைச் செடிகள்: 1 குட்டைச் செடி என்ற விகிததத்தில் உண்டாகின்றன. ஆனால், பாரம்பரியப் பண்பினைப் பிற்கலவியின் மூலம் ஆராய்ந்ததில், இரு நெட்டைப் பண்பு ஜீன்களைப் பெற்ற TT ஒரு வன்மையான நெட்டைச் செடியும், ஒரு நெட்டைப் பண்புஜீனும் ஒரு குட்டைப் பண்புஜீனும் சேர்ந்து பெற்றுள்ள Tt இரு கலப்புயிரி நெட்டைச்செடிகளும், இரு குட்டைப் பண்பு ஜீன்களுள்ள tt உண்மையான குட்டைச் செடியும் காணப்படும். எனவே, F_2 மகட்சந்ததிகளின் மரபுவழி விகிதம் 1 TT: 2 Tt: 1 tt என்பதாகும். இதை பட‌ம் 57 இல் கண்ட வரைபடத்தின் மூலமாகவும் தெளிவாக்கலாம்.

16. இரு பண்புக் கலப்புயிரி விகிதம்
(Dihybrid rates)

ஒரு பண்புக் கலப்புயிரியில் நெட்டை குட்டை என்ற ஓர் எதிரிடைப் பண்பு (allela) உடைய செடிகளைக் கலந்து, அப் பண்புகள் எவ்வாறு பின்வரும் சந்ததிகளில் கைவரப் பெறுகின்றன என்பதைக் கண்டோம். மெண்டெல், இரு எதிரிடைப் பண்புகளுடைய செடிகளை (Allelomorphs) கலப்புயிரி முறையின் மூலம் உண்டாக்கி, அப் பண்புகள் பின்வரும் சந்ததிகளில் எவ்வாறு தோன்றுகின்றன என்று ஆய்ந்தறிந்தார். மெண்டெல், பட்டாணிச் செடியில் மஞ்சள் நிறமும், உருண்டையான விதைகளும் விஞ்சு தன்மை பெற்றவை என்றும், இவைகளுக்கு எதிரிடைப் பண்புகளான பச்சை நிறமும், சுருங்கிய விதையும் அடங்கு தன்மையுடையன என்றும் கண்டறிந்தார். ஒரே செடியில் மஞ்சள் நிறமும் உருண்டை விதையும் உண்மையான பண்புகளாக உள்ள செடியைத் தேர்ந்தெடுத்தார். இதுபோலவே மற்றொரு செடியில் பச்சை நிறமும் சுருங்கிய விதைகளும் உண்மையாக உள்ள செடியினைத் தேர்ந்தெடுத்தார். இவ்விரண்டு செடிகளையும் பெற்றோர்களாகக் கொண்டார். மஞ்சள் உருண்டை விதைகளுள்ள செடியில் விஞ்சு தன்மைபெற்ற YY RR என்ற ஜீன்கள் அமைந்திருக்கும். பச்சைச் சுருங்கிய விதைகளுள்ள செடியில் அடங்கு தன்மை பெற்ற yy rr ஜீன்கள் அமைந்திருக்கும். மஞ்சள் உருண்டைச் செடியிலிருந்து மஞ்சள் நிறத்திற்குரிய Y ஜீனும், உருண்டை வடிவத்திற்குரிய R ஜீனும் கலந்துள்ள (YR) கேமீட்டுகள் உண்டாகின்றன. பச்சைச் சுருங்கிய விதைகளுள்ள செடியிலிருந்து பச்சை நிறத்திற்குரிய ஒரு y ஜீனும், சுருங்கிய வடிவத்திற்குரிய r ஜீனும் கலந்துள்ள (yr) கேமீட்கள் உண்டாகின்றன. இவ்விரு கேமீட்டுகளும் இணைந்து உண்டாகிய முதல் மகட்சந்ததியில் அல்லது F_1 கலப்புயிரியில் Yy Rr ஜீன்களைப் பெற்ற மஞ்சள் உருண்டை விதைகளுடைய செடிகள் காணப்படுகின்றன. இக் கலப்புயிர்ச் செடிகளில் YR என்ற

மஞ்சள் உருண்டைப் பண்புகள் விஞ்சு தன்மை பெற்றும், Yr என்ற பச்சைச் சுருங்குப் பண்புகள் அடங்கு தன்மை பெற்றுமிருப்பதால், செடிகளின் விதைகள் மஞ்சள் உருண்டையாகவே உள்ளன. Yy Rr ஜீன்களைப் பெற்ற F_1 கலப்புயிரியில் YR, Yr, yR, Yr என்ற நான்குவிதமான கேமீட்டுகள் உண்டாகின்றன. கேமீட்டுகள் உண்டாகும்போது, எதிரிடைப் பண்புகளுக்குரிய நேரடி ஜீன்களான Y-y யும், R-r ஜீன்களும் தன்னிச்சையாகப் பிரிந்து ஒதுங்குகின்றன. எதிரிடைப் பண்புக்குரிய ஜீன்களில் ஒரே ஒரு ஜீன் தான் ஒரு கேமீட்டில் காணப்படும். உதாரணமாக Yy என்ற எதிரிடைப் பண்பு ஜோடி ஜீன்களில் Y ஜீன் மட்டும் ஒரு கேமீட்டில் இருக்கும்; அல்லது y ஜீன் மற்றொரு கேமீட்டில் இருக்கும். இவ்விரு ஜீன்களும் சேர்ந்து ஒரே கேமீட்டில் இருப்பதில்லை. நிறத்திற்குரிய Y-y என்ற ஏதாவதொரு ஜீனுடன் விதையின் வடிவத்திற்குரிய R-r ஜீன்களில் ஏதாவதொரு ஜீன் கேமீட்டில் சேர்ந்து காணப்படும். உதாரணமாக மஞ்சள், நிறத்திற்குரிய R ஜீனுடன் கலந்து YR என்ற கேமீட்டை உண்டாக்கலாம். அல்லது மஞ்சள் நிறத்திற்குரிய Y என்ற ஜீன் சுருங்கிய வடிவத்திற்குரிய r-என்ற ஜீனுடன் சேர்ந்து Yr என்ற கேமீட்டை உண்டாக்கலாம். இதேவிதமாகப் பச்சை நிறத்திற்குரிய y-என்ற ஜீன் உருண்டை வடிவத்திற்குரிய R என்ற ஜீனுடன் சேர்ந்து yR என்ற கேமீட்டையும் அல்லது சுருங்கிய வடிவத்திற்குரிய r-என்ற ஜீனுடன் சேர்ந்து yr என்ற கேமீட்டையும் உண்டாக்கலாம். இவ்விதவிமாக F_1 கலப்புயிரியிலிருந்து கேமீட்டுகள் உண்டாகும்போது ஜீன்களின் மீள்சேர்க்கை (recombination) நடைபெறுகிறது. கேமீட்டுகள் உண்டாகும்போது இவ்விதமாக நடைபெறும் மீள்சேர்க்கை இக் கேமீட்டுகளை உண்டாக்கும் பெற்றோர் சந்ததியில் எவ்விதமாக ஜீன்கள் சேர்ந்து அமைந்திருந்தன என்பதைப் பொருட்படுத்தாமல், தன்னிச்சையாக நடைபெறுகிறது. எனவே, இதற்குத் தன்னிச்சையான ஒதுங்குமுறை (Independant assortment) என்று பெயர்.

F_1 கலப்புயிரிகளில் YR, Yr, yR ,yr என்ற நான்குவிதமான மகரந்தங்களும் (Pollengrains), சூல்களும் (Ovules) சம எண்ணிக்கையில் உண்டாகின்றன. கேமீட்டுகள் தண்ணிச்சையாக மற்றொரு கேமீட்டுடன் இணைந்து கருவுற்று விதைகள் உண்டாக்குகின்றன. நான்குவிதமான மகரந்தங்கள், நான்குவிதமான சூல்களுடன் பலவாறுக இணைவதால், 16 விதமான சேர்க்கைகள் (combiniations) உண்டாவதற்குச் சாத்தியக் கூறுகள் உள்ளன. இரண்டாம் மகட் சந்ததியல் 9 மஞ்சள் உருண்டை : 3 மஞ்சள் சுருக்கம் : 3 பச்சை உருண்டை : 1 பச்சைச் சுருக்க விதைகளுடைய செடிகள் காணப்பட்டன. இது இரட்டைக் கலப்புயிரியில்

காணப்படும் புறத்தோற்ற விகிதமாகும். இந்தப் பதினாறு செடிகளில் முதலில் கலவிக்கு எடுத்துக்கொண்ட மஞ்சள் உருண்டை விதைகளுடைய செடிகள் 92ம், பச்சைச் சுருங்கிய விதைகளுடைய செடி 12ம் காணப்படுகின்றன. இவற்றைத் தவிர, புதிய சேர்க்கைகளுடைய 3 மஞ்சள் சுருக்கமுள்ள விதைச் செடிகளும், 3 பச்சை உருண்டையான விதைச் செடிகளையும் காணலாம். இதிலிருந்து பெறப்படுவது யாதெனில், 'ஒவ்வொரு பண்புக்குரிய ஜீனும் ஒரு தனி அலகாக (Unit) இயங்குகிறது. ஒவ்வொரு ஜீனும் தன்னிச்சையாகச் சந்ததிகளில் பிரிகிறது. மற்றொரு ஜீனுடனும் சேர்கிறது.' என்று அறியலாம்

F_2 சந்ததியில் உண்டாகிய 16 செடிகளில் மஞ்சள் உருண்டை ஆகிய இரு பண்புக்குரிய ஜீன்களும் விஞ்சு தன்மை பெற்றதால், 9 செடிகள் மஞ்சள் உருண்டை விதைகளையுடைய கலப்பினங்களாயின. இதேவிதமாக பச்சைச் சுருங்கிய பண்புகளுக்குரிய இரு ஜீன்களும் அடங்கு தன்மை பெற்றுள்ளதால், 1 செடியில் காணப்படும். மீதியுள்ள 6 செடிகளில், 3 செடிகளில் மஞ்சள் பண்புக்குரிய y ஜீன் விஞ்சு தன்மை பெற்றும், சுருக்கத்திற்குரிய r ஜீன் அடங்கு தன்மையும் பெற்றுள்ளதால், மஞ்சள் சுருக்கமுள்ள விதைகள் காணப்படும். மீதியுள்ள 3 செடிகளில் பச்சை நிறத்திற்குரிய r ஜீன் அடங்கு தன்மையும் உருண்டை வடிவத்திற்குரிய R ஜீன் விஞ்சு தன்மையும் பெற்று, பச்சை உருண்டை விதைகளுள்ள செடிகளாகின்றன.

இரு பண்புக் கலப்புயிரியின் புறத்தோற்ற விகிதம்

9 மஞ்சள் உருண்டை விதையுள்ள செடிகள்

3 மஞ்சள் சுருக்க விதையுள்ள செடிகள்

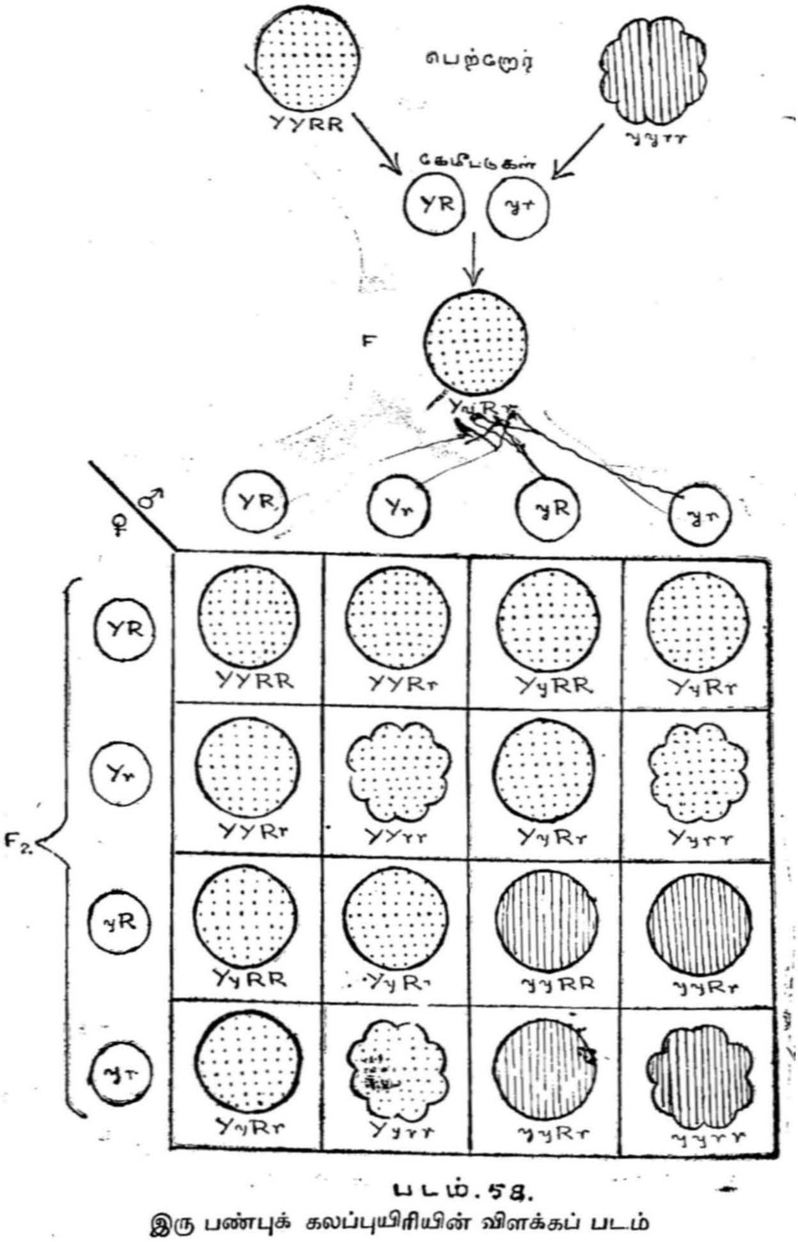
3 பச்சை உருண்டை விதையுள்ள செடிகள்

1 பச்சைச் சுருக்க விதையுள்ள செடிகள்

இரு பண்புக் கலப்புயிரியன் மரபு வழி விகிதம்

1 : 2 : 2 : 4 : 1 : 2 : 1 : 2 : 1.

மெண்டெலின் பாரம்பரிய விதிகள் (Mendels law of Heredity) : மெண்டெல் தாம் பரிசோதனைகள் செய்து கண்டுபிடித்த உண்மைகளைச் சில கோட்பாடுகளின்மூலம் விளக்கினார். இவைகளே பின்னர் மெண்டெலின் பாரம்பரிய விதிகள் என்று பேரும் புகழும் பெற்றன.



படம். 58.

இரு பண்புக் கலப்புயிரியின் விளக்கப் படம்

முதல்விதி

பண்புகளின் அலகு விதி (Law of unit characters) : உயிரினத்தின் பண்புகளுக்கு அடிப்படையாக அமைந்தவையும், பாரம்பரியத்தில் கட்டுப்படுத்தவும் ஆகிய காரணிகள் ஜோடியாக அமைந்துள்ளன.

இரண்டாவது விதி

விஞ்சுதன்மை விதி (Law of Dominance) : ஒரு ஜோடி எதிரிடைப் பண்புகளில், ஒரு பண்பு மற்றொரு பண்பை அடக்கியாளும்; இப் பண்பு விஞ்சு தன்மைபெற்ற பண்பு என்றும், மற்ற பண்பு அடங்கு பண்பு என்றும் பெயர்படும்.

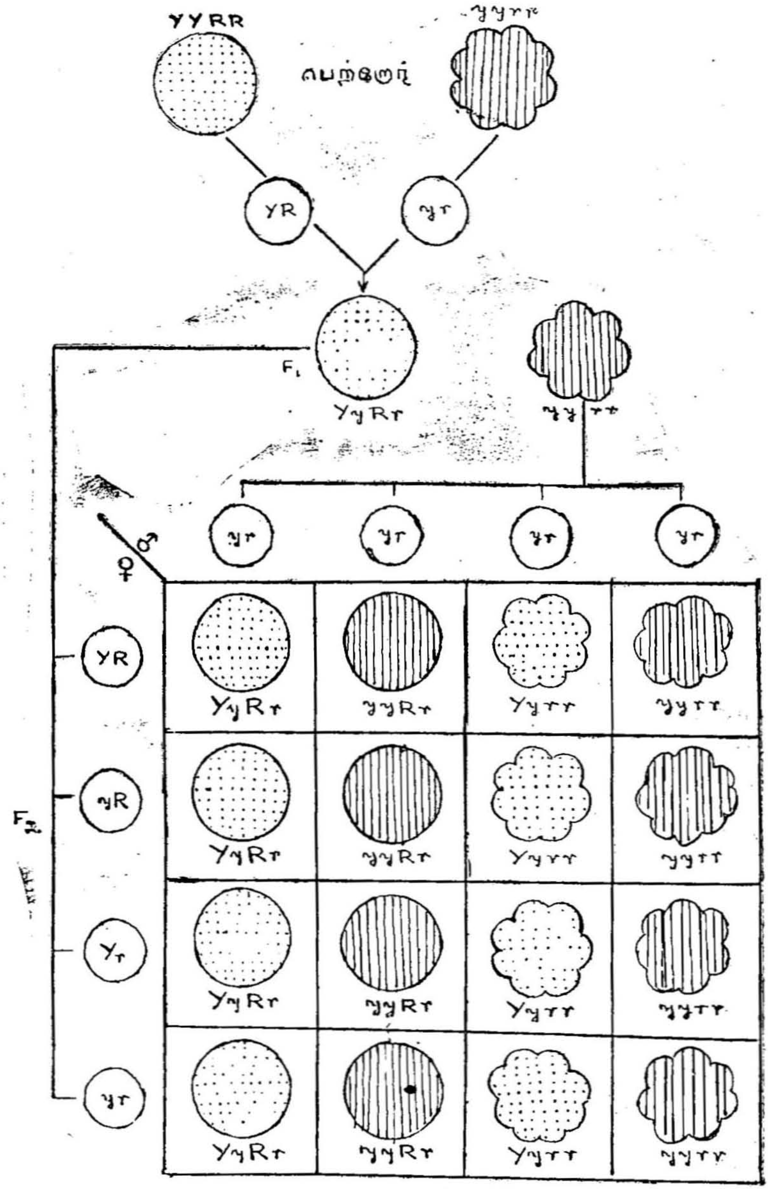
மூன்ருவது விதி

தனித்துப் பிரியும் விதி அல்லது கேமீட்டுகளின் தூய தன்மை விதி (Law of segregation or Law of purity of gametes): விலங்குகளில் கேமீட்டுகள் உண்டாகும்போதும் தாவரங்களின் ஸ்போர்கள் உண்டாகும்போதும் இணைந்திருந்த இரு பண்புகள் தனியாகப் பிரிந்து, ஒவ்வொரு கேமீட்டைப் பொறுத்தவரை ஒரு பண்பு சென்றடையும்.

நான்காவது விதி

தன்னிச்சையாகப் பிரிந்து ஒதுங்கும் விதி : (Law of Independant assortment) : பண்புகளைக் கட்டுப்படுத்தும் பல காரணிகளைக் கொண்ட கலவியைச் செய்யும்போது, ஒரு பண்பினை உருவாக்கும் ஒரு காரணி, மற்ற காரணிகளிலிருந்தும் தன்னிச்சையாக நடந்து கொள்ளுகிறது. கருவுறுதலின்போது தன்னிச்சையாக மற்றொரு பண்புடைய கேமீட்டுடன் இணைகிறது. இதனால், கருவுற்ற ஸைகோட்டின் பண்புகள் பெற்றோர்களின் பண்புகளுக்கு ஒத்திருக்கவேண்டும் என்பதில்லை.

கலப்புயிரியின் சோதனைக் கலவை (The test cross of the hybrid): F_1 கலப்புயிரிச் செடியை இருபண்புகளிலும் அடங்குதன்மை பெற்ற செடியுடன் கலப்பதற்குச் சோதனைக்கலவை என்று பெயர்; இதனால் மெண்டெலின் தனித்துப் பிரிந்து ஒதுங்கும் விதி சரியாக உள்ளதா என்று பார்த்துக் கொள்ளலாம். இரு பண்புக் கலப்புயிரியின், Yy Rr என்ற ஜீன்களுடைய F_1 சந்ததி, Yr, yR, Yr, yr என்ற நான்கு விதமான கேமீட்டுகளைச் சம எண்ணிக்கையில் உண்டாக்குகிறது. இரண்டு பண்புகளிலும் அடங்கு தன்மை பெற்ற yy rr என்ற பெற்ருேர் செடி yr என்ற அடங்குதன்மை பெற்ற ஒரேவிதமான கேமீட்டுகளை உண்டுபண்ணுகின்றன. இவ்விரண்டு செடிகளையும் கலந்தால், 1 மஞ்சள் உருண்டை,



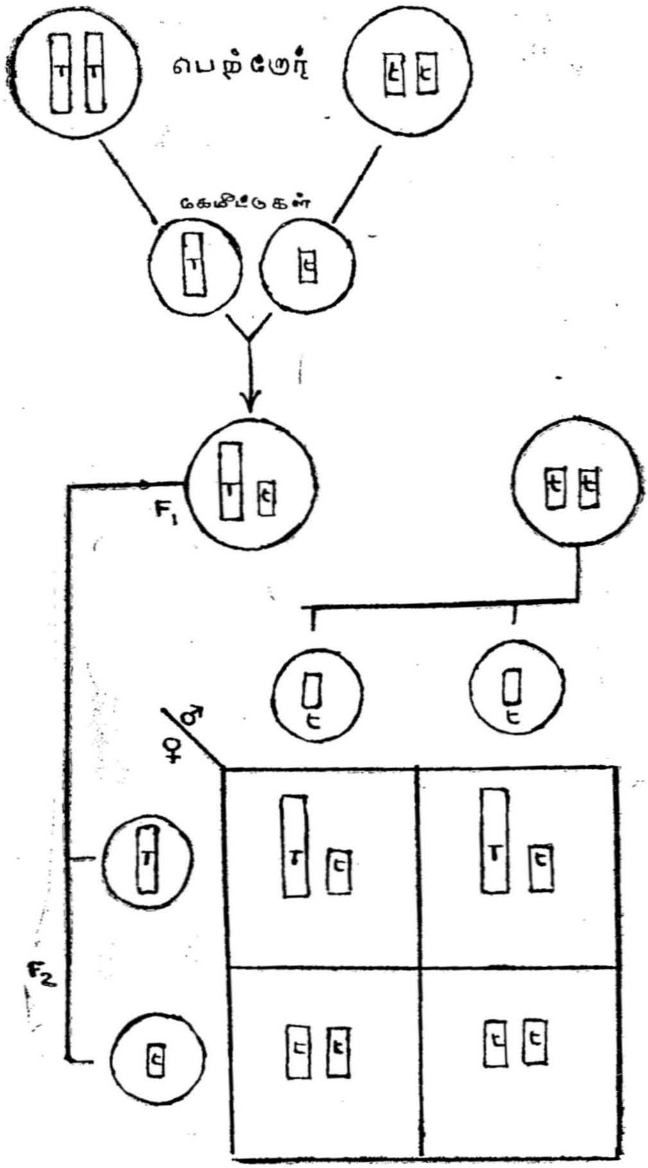
படம் 59
இரு பண்புக் கலப்புயிரியின் பிற கலவி

1 பச்சை உருண்டை, 1 மஞ்சள் சுருக்கம், 1 பச்சைச் சுருக்கம் என்ற எதிர்பார்த்த நான்கு விதமான செடிகள் உண்டாகின்றன.

ஒரு பண்புக் கலப்புயிரி விகிதத்தில், உண்மையான TT நெட்டைச் செடியையும், உண்மையான tt குட்டைச் செடியையும் கலக்கும்படி செய்கிறோம்; இதில் Tt உடைய நெட்டைச் செடி F_1 கலப்புயிரியாகக் கிடைக்கும். இதை மீண்டும் அடங்கு தன்மையுடைய tt குட்டைச் செடியுடன் கலந்தால், பாதிச் செடிகள் நெட்டையாகவும், பாதிச் செடிகள் குட்டையாகவும் காணப்படும். (50 சதவீத நெட்டைச் செடிகள்; 50 சதவீதக் குட்டைச் செடிகள் அல்லது 1 நெட்டைச் செடி; 1 குட்டைச் செடி) இங்ஙனம் கலப்புயிரியை உண்மையான அடங்கு தன்மைபெற்ற பெற்றோருடன் கலப்பதற்குப் பிற்கலவி (Backcross) அல்லது சோதனைக் கலவி என்று பெயர்.

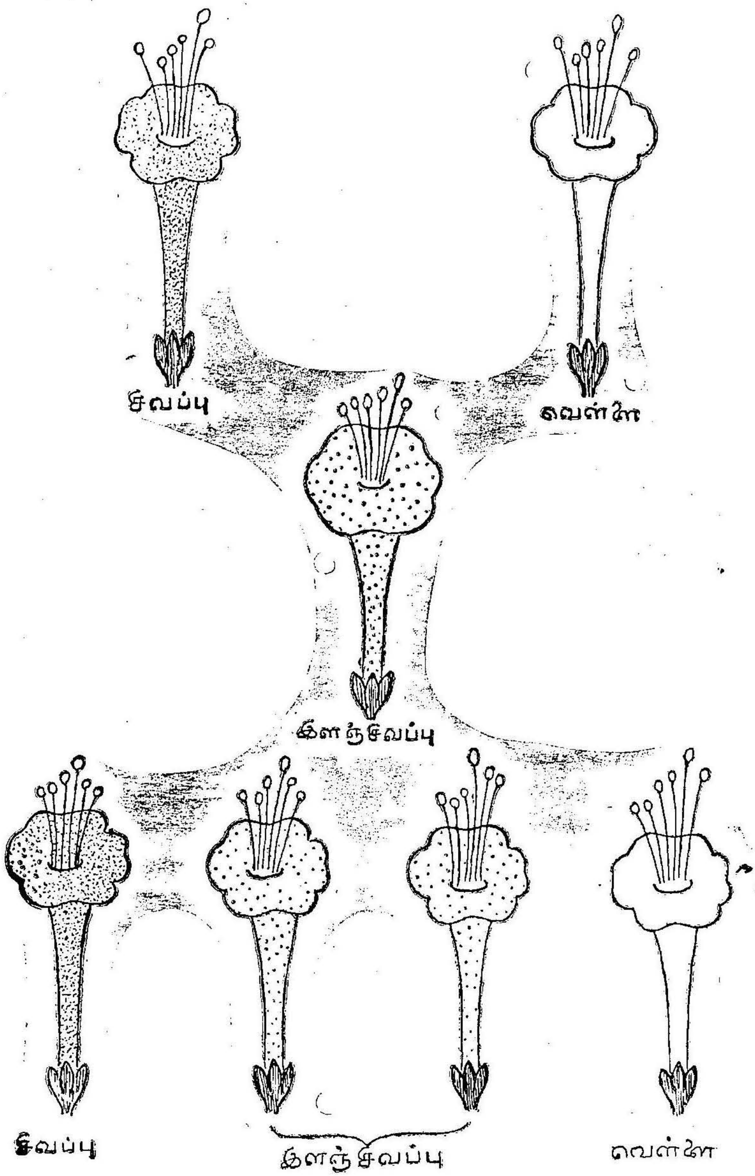
முழுமைபெறாத விஞ்சுதன்மை (Incomplete Dominance) : ஒரு பண்புக் கலப்புயிரிச் சோதனையில் ஓர் உண்மையான TT நெட்டைச் செடியும், ஓர் உண்மையான tt குட்டைச் செடியும் கலந்து உண்டாகிய கலப்புயிரியில் நெட்டைப் பண்புக்குரிய T ஜீனும், குட்டைப் பண்புக்குரிய t ஜீனும் இணைந்து, Tt ஆகக் காணப்பட்டாலும், புறத்தோற்றத்தில் T என்ற நெட்டைப் பண்புக்குரிய ஜீன் விஞ்சுதன்மை பெற்றிருப்பதால், கலப்புயிரிகள் யாவும் நெட்டைச் செடிகளாகக் காணப்படுகின்றன. நெட்டைப் பண்புக்குரிய T ஜீன், குட்டைப் பண்புக்குரிய t ஜீனை முற்றிலும் அடக்கியாளுகிறது. அதனால் குட்டைப் பண்பு வெளியே தெரிவதில்லை. குட்டைப் பண்பிற்குரிய t ஜீன் முற்றிலும் அடக்கியாளப்பட்டு, நெட்டைப் பண்பிற்குரிய T ஜீன் முற்றிலும் விஞ்சுதன்மை பெற்றுக் காணப்படுவதற்கு, முற்றுப்பெற்ற விஞ்சுதன்மை (Complete Dominance) என்று பெயர். இத்தகைய முற்றுப்பெற்ற விஞ்சுதன்மை எப்பொழுதும் எல்லாக் கலவிகளிலும் காணப்படுவதில்லை.

உதாரணமாக, அந்திமந்தாரைச் செடியில் (Mirabilis jalapa) வெள்ளைப் பூவுடைய செடிவகையும் (white flowered variety), சிவப்புப் பூக்களுடைய செடிவகையும் (Red flowered variety) காணப்படுகின்றன. இவ்விரண்டு செடிகளும் சிவப்பு நிறத்திற்கும் (RR), வெள்ளை நிறத்திற்கும் (rr) உண்மையானவை. இவற்றில் RR சிவப்புநிறம் விஞ்சுதன்மைபெற்றது; rr உடைய வெள்ளைநிறம் அடங்கு தன்மையுடையது. சிவப்புப் பூக்களுடைய RR செடிகளும், வெள்ளைப் பூக்களுடைய rr செடிகளும் கலக்கும் போது, F_1 கலப்புயிரியில் Rr பெற்ற சிவப்புப் பூக்களுடைய



படம் 60.
ஒரு பண்புக கலப்பயிரியின் பிற கலவி

செடிகளை எதிர்பார்க்கிறோம். ஆனால், உண்மையில் கலப்புயிரி,



(படம் 61) அந்திமந்தாரையின முழுமைபெருத விஞ்சுதன்மை

பெற்றோர்களைப் போன்ற சிவப்பு நிறமாகவும் இருப்பதில்லை; வெள்ளை நிறமாகவும் இருப்பதில்லை. இரண்டு நிறங்களுக்கும் இடைப்பட்டதான இளஞ் சிவப்பு (Pink) நிறத்தில் காணப்படு கிறது. விஞ்சுதன்மை முற்றுப்பெற்றதாக இருந்தால், F_1 கலப் புயிரிச் செடிகளின் பூக்கள் யாவும் சிவப்பு நிறமாக இருத்தல் வேண்டும். விஞ்சுதன்மை முற்றுப் பெறாததால் பெற்றோரின் சிவப்பு நிறமும், வெள்ளை நிறமும் கலந்து உண்டாகிய இளஞ் சிவப்பு நிறப் பூக்களுடைய F_1 கலப்புயிரிச் செடிகள் உண்டா கின்றன. இதற்கு முற்றுப்பெறாத விஞ்சுதன்மை என்று பெயர்.

இந்த F_1 கலப்புயிரிச் செடியைத் தன்மகரந்த சேர்க்கையினால் கலந்து. F_2 சந்ததி உண்டாக்கினால் அதில் 1 சிவப்புப் பூவுடைய செடி: 2 இளஞ்சிவப்புப் பூச்செடி: 1 வெள்ளைப் பூவுடையச் செடி என்ற விகிதத்தில் செடிகள் உண்டாகின்றன. (படம் 61)

விஞ்சுத் தன்மைப் பண்பின் தோற்றம்: உயிரினங்களில் காணும் விஞ்சுதன்மைப் பண்பு எவ்வாறு ஏற்பட்டிருக்கும் என்ப தற்குப் பல அறிஞர்கள் பலவிதமான கருத்துகளைக் கூறியுள் ளார்கள்.

1. **பேட்ஸனும் பன்னட்டும்** ((Bateson and Punnet): உரு வாக்கிய 'இருத்தல்—இல்லாதிருத்தல்' (Presence or absence) கோட்பாடு: இக் கோட்பாட்டின்படி அடங்கு தன்மை என்பது, விஞ்சு தன்மை இல்லாததினால் உண்டாகும். குறை (Deficiency), மீளும் சடுதி மாற்றம் முதலிய பல விஞ்சு தன்மைப் பலன்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதற்குப் பிறகு, இக கோட்பாடு வலிவிழந்தது.

2. ஃபிஷர் (Fisher); பெரும்பாலான சடுதி மாற்றங்கள் தீங்கு விளைவிப்பவை. அவை 'இயல்பான' (Natural) அல்லது 'இயற்கை வாழ்' (Wild type) இனங்களுக்கு அடங்கு தன்மை பெற்றவை. சடுதி மாற்றங்கள், தீங்கு விளைவிப்பதாயினும், உயிரினங்களில் மீண்டும் மீண்டும் தோன்றுகின்றன. ஒரு பயி ரினத்தில் முதன்முதலாகச் சடுதி மாற்றம் நிகழும்போது, மாற்றுப் பண்புடைய ஸைகோட் (Heterozygous zygots) இரு ஒத்த பண்பு களையுடைய ஸைகோட்டுகளுக்குப் (Homozygosuzygots) புறத் தோற்றத்தில் இடைப்பட்டதாக உள்ளது. மாறும் காரணிகளில் தேர்வு நிகழ்வதால், விஞ்சுதன்மை உண்டாகிறது. இது இடைப் பட்ட மாற்றுப் பண்புடைய ஸைகோட்டை ஒத்தபண்புடைய இயற்கைவாழ் இனத்தை நோக்கித் தள்ளுகிறது. இக் கோட்பாட் டிற்குப் பல எதிர்ப்புகள் தோன்றின.

3. ரைட் (Write) என்பவரின் விஞ்சுதன்மைச் செயலியல் கோட்பாடு (Physiological theory of Dominance): இயல்பான அல்லது இயற்கையாக உள்ள ஜீன் செயல் திறனுடையது. ஆனால், தீமை விளைவிக்கும் சடுதி மாற்றங்கள் குறையாக அல்லது முழுமையாக ஜீனின் செயலை இழக்கச் செய்கிறது. செயல் திறனுடைய, இயற்கையாக உள்ள எதிரிடைப்பண்பு தீமை விளைவிக்கும் சடுதிமாற்றம் இருக்கும்போதே, வெளிப்படு கிறது. ஜீன்கள் வேதிச செயல்களை ஊக்குவிக்கும் நொதிகளைக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. நொதிச் செயல்களின் வீதம் நொதிகளின் செறிவையும், தளப்பொருள்களையும் (Substrates) பொறுத்தது. வேற்றுப் பண்புடையதில் உள்ள இயல்பான தனி ஜீன் உயர்ந்த அளவு செயல்கள் நடைபெறத்தக்க நொதிகளை உண்டாக்கினால், மாற்றுப் பண்புடைய ஸைகோட், ஒத்த பண்புடைய ஸைகோட் டாக மாறி, விஞ்சுதன்மை நிறைவு பெறும். அது போதுமான அளவு நொதிகளை உற்பத்தி செய்யாவிடின் விஞ்சுதன்மை நிறைவு பெறாது; நொதிகள் எந்த அளவிற்கு இருக்கின்றனவோ அந்த அளவிற்கு மாற்றுப் பண்புடைய ஸைகோட் ஒத்தபண் புடைய ஸைகோட்டை ஒத்திருக்கும்.

4. ஹால்டேன் (Haldane): இதுவும் விஞ்சு தன்மையை விளக்கவந்த செயலியல் கோட்பாடு ஆகும். சிறந்த முறையில் தேர்வு நடப்பதால், விஞ்சுதன்மை உண்டாகிறது. குறைந்த செயல் திறனுடையதைவிட, அதிகமான செயல்திறனுடைய எதிரி டைப் பண்பைத் தேர்வு ஆதரிக்கிறது. குறைந்த பட்சம் இரு நொதிகளை உண்டாக்கும் எதிரிடைப் பண்பின் பாதுகாப்புக் காரணியைத் (Safety factor) தேர்வு ஆதரிக்கும். ஏனெனில், சாதாரணமாக இரு ஜீன்கள் செய்யும் வேலையை, ஒரு ஜீன்செய்து முடிக்க முடியும். என்பது இக் கோட்பாட்டின் கருத்தாகும்.

5. பிளான்கெட்டும் முல்லரும் (Plankett and Muller) உரு வாக்கிய கருத்தாவது: தேர்வு எப்போதாவது நிகழும்; மாற்றுப் பண்புடைய ஸைகோட்டில் ஏற்படுவதில்லை. ஆனால். இயற்கை யாக உள்ள ஒத்த பண்புடைய ஸைகோட்டில் நடைபெறுகிறது. இயற்கையாக உள்ள தோற்றத்தை உறுதிப்படுத்தும் எல்லா விதமான சூழ்நிலைப் பாரம்பரிய வற்புறுத்தல்களுக்கும் (Stresses), மாறும் காரணிகளிலிருந்து தேர்வு நடைபெறுகிறது. இக் கோட் பாட்டின்படி, எப்பொழுதாவது தோன்றும் தீமை விளைவிக்கும் சடுதிமாற்றத்தின் தீமை விளைவிக்கும் பலன்களை அமுக்குவதற் காக மாற்றுபவைகள் (Modifiers) தேர்ந்தெடுக்கப்படுவதில்லை. ஆனால், இயற்கையாக உள்ள வகையினுக்கு (Wild type) ஒரு பாதுகாப்புக் காரணியை உண்டாக்க மாற்றுபவைகள் தேர்ந் தெடுக்கப்படுகின்றன.

17. பாரம்பரியத்தில் குரோமோசோம் கொள்கை
(Chromosome theory of Heredity)

உயிரினங்களில் காணும் பண்புகளுக்கு அடிப்படையான சில காரணிகள் உள்ளனவென்றும், இக் காரணிகளே பெற்றோர்களிடமிருந்து பிள்ளைகளுக்குப் பண்புகளைக்கொண்டு செல்லுவதற்குக் காரணமானவை என்றும், மெண்டெல் தனது பாரம்பரியச் செயல்முறையில் விளக்கியுள்ளார். மெண்டெல் விவரித்த காரணியே, பின்னர் ஜீன் எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. இத்தகைய ஜீன்களை உயிரினங்களின் சந்ததிகளில் பெறும் ஒத்த பண்புகளுக்கும், மாறுதல்களுக்கும், அடிப்படையானவை. பரிணாமம் என்பது பல சந்ததிகளிலும் தொடர்ந்து ஏற்படும் தொடர் மாறுதல்களினால் நிகழ்கிறது. ஆதலால், அதுவும் பாரம்பரியச் செயல்முறையைப் பொறுத்தது. எனவே, பாரம்பரியச் செயல்முறை என்பது பரிணாமச் செயல்முறையும் ஆகும்.

மெண்டெலின் பாரம்பரிய விதிகள் கண்டுபிடிப்பதற்குச் சிறிது காலத்திற்கு முன்னர்தான், செல்கொள்கை (Cell theory) ஷ்லீஸ்டன், ஷ்வான் (1838) வர்சோவ் (1855) ஆகிய அறிஞர்களால் நிலைநாட்டப்பட்டது. உயிரினங்கள் யாவும் செல்களால் ஆகியவை என்றும், செல்கள் முன்பிருந்த செல்களிலிருந்துதான் தோன்ற முடியும் என்பதும் செல் கொள்கையின் கருத்தாகும். கொள்கை கண்டுபிடிக்கப்பெற்ற பின்னும் செல்லின் அமைப்பினைப்பற்றியும், வேலையைப்பற்றியும் அன்று வாழ்ந்த மக்கள் சரிவரப் புரிந்துகொள்ள முடியவில்லை. செல்லில் உள்ள நியூக்ளியஸ் (Nucleus) இன்னொரு நியூக்ளியஸிலிருந்துதான் தோன்ற முடியும் என்ற உண்மையினைக் கி.பி. 1875-ல் ஸ்ட்ராஸ்பர்ஜர் (Strasburger) என்ற அறிஞர் கண்டுபிடித்தார். கி.பி. 18?8-ம் ஆண்டுவரையில் நியூக்ளியஸில் உள்ள குரோமோஸோம்களின்

முக்கியத்துவம்பற்றி யாரும் எண்ணியதாகத் தெரியவில்லை. கி.பி. 1902-ஆம் ஆண்டு, சட்டன் (Sutton)'என்பவரும்,போவெரி(Boveri) என்பவரும் சேர்ந்து குரோமோசோம் கொள்கையினை உருவாக்கினார்கள். இதன்படி பாரம்பரியப் பண்புகளுக்குரிய அடிப்படையான பொருள்கள் குரோமோசோம்களில் அமைந்துள்ளது என்று கண்டுபிடித்தார்கள். இதுவே, பாரம்பரியத்தில் குரோமோசோம் கொள்கை எனப்படும்.

ஜீன் கோட்பாடு (Gene hypothesis) : பாரம்பரியப் பண்புகள் பெற்றோர்களிடமிருந்து பிள்ளைகளுக்கு கேமீட்டுகளில் உள்ள ஏதோ சில பொருள்களின் மூலமாகக் கொண்டு செல்லப்படுகின்றன. அந்தப் பொருள்களே பிள்ளைகளின் பண்புகள் பெற்றோர்களை ஒத்திருப்பதற்குக் காரணமாக உள்ளன என்று மெண்டெல் கருதினார். அந்த ஏதோ சில பொருள்கள்தான் இப்பொழுது ஜீன்கள் என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன.

குரோமோசோம்களும் மெண்டெலின் விதிகளும்: செல்களின் குன்றல் பகுப்பின்போதும் (Meiosis), கருவுறுதலின் போதும், குரோமோசோம்கள் இயங்கும் விதம், மெண்டெலின் கலப்புயிரிச் சோதனைகளின்போது காரணிகள் இயங்கும்விதத்தை குறிப்பிடத்தக்க முறையில் ஒத்துள்ளது. காரணிகள் அல்லது ஜீன்கள் இயங்கும் விதத்திற்கும் குரோமோசோம்கள் இயங்கும் விதத்திற்கும் நெருங்கிய ஒற்றுமை உள்ளது. இதுவே பாரம்பரியத்தில் குரோமோசோம் கொள்கையின் அடிப்படை ஆகிறது.

1. ஒவ்வோர் உயிரினத்திற்கும் உள்ள ஜீனோடைப்பில், அதற்கு ஆதாரமாக உள்ள காரணிகளான ஜீன்கள் எப்பொழுதும் ஒரு ஜோடியில்தான் அமைந்திருக்கிறது. மெண்டெலின் காரணிகளும் ஜோடிகளாகவே அமைந்துள்ளன.

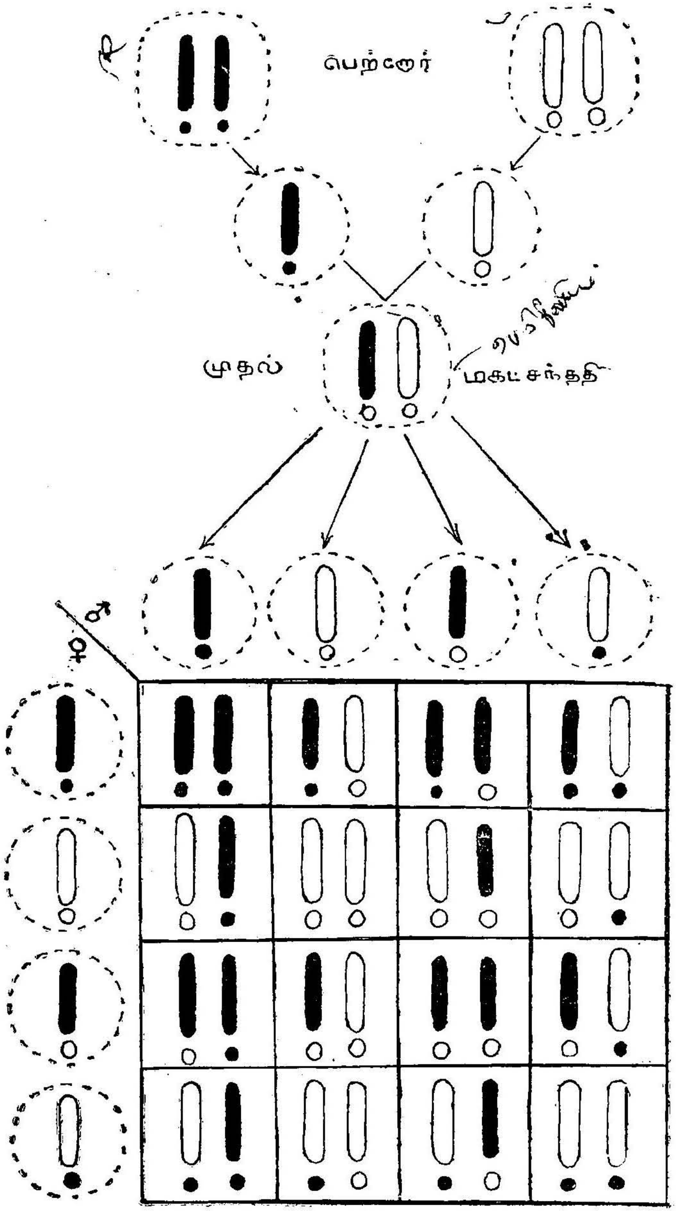
2. செல் பகுப்பின்போதும், அதற்குப் பிறகும் குரோமோசோம்களில் உள்ள ஜோடி ஜீன்கள் தனித்தனி அலகுகளாக இயங்குகின்றன. அவை தம் தனித்தன்மையிலிருந்து மாறுவதில்லை; மற்றொன்றுடன் கலப்பதில்லை. தனியாகப் பிரிந்து, தனியாகச் செயல்பட்டு, கருவுறுதலின்போது தனியாக இணைகிறது. இதேவிதமாக, மெண்டெலின் கலப்புயிரிமுறையில் கேமீட்டுகள் தனியாகப் பிரிகின்றன. ஒவ்வொரு பண்பிற்கும் ஆதாரமாயுள்ள குரோமோசோம்கள் மற்ற குரோமோசோம்களுடன் சேருவதில்லை, கலப்பதில்லை, இணைவதில்லை; தனிமையாகப் பிரிந்து தனியாகச் செயல்பட்டு, கருவுறுதலின்போது தன்னிச்சையாக மற்றொரு கேமீட்டுடன் இணைகின்றன. இதுவே தனித்துப் பிரிதல் எனப்படும்.

3. கலப்புயிரியிலிருந்து கேமீட்டுகள் உண்டாகும்போது, குறிப்பிட்ட பண்பினைப் பொறுத்தமட்டில், அப் பண்பு தடையான தொரு கேமீட்டில் தன்னிச்சையாகச் சேருகிறது. இதேவிதமாகக் கலப்புயிரியிலிருந்து கேமீட்டுகள் உண்டாகும்போது, பண்புகளுக்கு அடிப்படையாகவுள்ள எதிரிடைப் பண்பு ஜோடியில் உள்ள ஒரு தனி ஜீன் தன்னுடனிருந்த மற்றொரு ஜீனுடன் கலப்பதில்லை. பதிலாக, மாறுபட்ட ஜீன்கள் தனியாகத் தூய்மையாகக் கலப்பின்றிப் பிரிந்து, ஒதுங்கிப் பல கேமீட்டுகளுக்கும் செல்லுகின்றன. எனவே, அந்தக் குறிப்பிட்ட ஜீனைப்பொறுத்த மட்டில் கேமீட் தூய்மையானது; தனித்தன்மை பெற்று விளங்குகிறது.

இரு ஜோடி குரோமோசோம்கள் எவ்வாறு பிரிந்தொதுங்குகின்றன என்பதைப் படம் 62 விளக்கும்.

பல உதாரணங்களில் தனித்துப் பிரிதலைச் சில புற அமைப்பியல் பண்புகளின்மூலம் நேரிடையாகக் கண்டறியலாம். மக்காச்சோளத்திலும், அரிசியிலும் அதன் தரசச் சேமிப்புப் பொருள்களைப் பொறுத்து, மாறுபட்ட வகைகள் இருக்கின்றன. உதாரணமாக, மாவுப் பொருளுடைய (Starchy) மக்காச்சோள வகையின் மாவுமணிகள் அயோடின்கரைசல் (Iodine Solution) சேர்த்தவுடன் நில நிறமாகும். மற்ற வகைகளின் மாவுமணிகள் அயோடின்கரைசல் சேர்ந்தவுடன் சிவப்பு நிறமாக மாறும். இந்த வேற்றுமைக்குக் காரணமாக இரு எதிரிடைப் பண்பு ஜீன்கள் (Allelomorphic genes) உள்ளன. அவற்றில் மாவுத்தன்மை விஞ்சுதன்மை பெற்றது; மெழுகுத்தன்மை (Waxy) அடங்கு தன்மையுடையது. உண்மையான மாவுத்தன்மையுடைய செடியையும், உண்மையான மெழுகுத் தன்மையுடைய செடியையும் கலந்து உண்டாக்கிய F_1 கலப்புயிரி மாவு, மெழுகுத் தன்மைகள் சேர்ந்த மாற்றுப் பண்புகளையுடையது. (Heterozygous) இந்த F_1 கலப்புயிரி, இருவிதமான மகரந்தங்களை (மாவு, மெழுகு) உண்டாக்குகின்றது. இவற்றில் மாவுடைய மகரந்தம் அயோடின் சேர்த்தபொழுது நீலநிறமாகவும், 'மெழுகு உடைய' மகரந்தம் அயோடின் சேர்த்தபொழுது சிவப்பு நிறமாகவும் மாறும். F_1 கலப்யிரியில் பண்புகளுக்குரிய ஜீன்கள் தன்னிச்சையாகப பிரிகின்றன என்பதை மகரந்தங்களை அயோடின் சேர்த்து நுண்ணோக்கியின் மூலம் பரிசோதனை செய்து அறியலாம்.

நியூரோஸ்போராவில் தனித்துப் பிரிதல் (Segregation in Newrospora) : நியூரோஸ்போரா என்னும் பூஞ்சையில் ஜீன்களின் தனித்துப் பிரியும் முறை இன்னும் தெளிவாகக் காணப்படுகின்றது. இப்பூஞ்சையில் சிவப்புநிற உடலம் (Mycelium)



படம் 62
குரோமோசோம்கள் மெண்டெலின் விதிப்படி
தனித்துப் பிரிந்து ஒதுங்குதல்

உடைய ஒரு வகையும், வெள்ளை நிற உடலம் உடைய மற்றொரு வகையும் உள்ளன. இவ்விரு வகைகளும் இணைந்து உண்டாக்கிய இனப்பெருக்க உறுப்பிற்கும் பெரிதீஸியம் (Perithecium) என்று பெயர். இதில் பல ஆஸ்கஸ் (Asci) உள்ளன. ஒவ்வொரு ஆஸ்கஸிலும் 8 ஆஸ்கோஸ் போர்கள் (Ascospores) காணப்படும். இவற்றில் 4 ஆஸ்கோஸ் போர்கள் சிவப்பு நிறத்துடனும், மற்ற 4 ஆஸ்கோஸ் போர்கள் வெண்மையாகவும் காணப்படும்.

பிணைப்பும் மாறி இணைதலும் (Linkage and crossing over) : பாரம்பரிய பண்புகள் குரோமோசோம்களில் அமைந்துள்ளன என்பதற்கான சான்று பிணைப்பிலிருந்தும், மாறி இணைதலிலிருந்தும் அறிந்துகொள்ளலாம்.

மெண்டெல் செய்த இரு பண்புக்கலப்புயிரிச் சோதனையில் பட்டாணிச் செடியின் விதைகளில் மஞ்சள் நிறமும், உருண்டை வடிவமும் தன்னிச்சையாகப் பிரிந்து, தன்னிச்சையாக இயங்கிப் பச்சைவண்ண, சுருக்க விதைகளுடன் தன்னிச்சையாகக் கலந்தன. இதேவிதமாக இப் பண்புகளுக்குரிய ஜீன்களும் தனியாகப் பிரிந்து, தனியாக இயங்கித் தன்னிச்சையாகக் கலக்கின்றன. ஆனால், ஒவ்வொரு பண்பிற்கும் அடிப்படையான ஜீன் ஒரு தனிக் குரோமோசோமில் அமைந்திருப்பது எப்பொழுதும் சாத்தியமில்லை. உயிரினங்களில் எண்ணற்ற பல பண்புகளும் அவற்றிற்கு ஆதாரமான எண்ணற்ற பல ஜீன்களும் உள்ளன. ஆனால் ஜீன்களின் எண்ணிக்கையளவு குரோமோசோம்கள் உயிரினத்தில் காணப்படுவதில்லை. எனவே ஒரே குரோமோசோமில் பல பண்புகளுக்கு ஆதாரமான பல ஜீன்கள் அமைந்துள்ளன. இவ்விதமாயின், ஒரே குரோமோசோமில் உள்ள பல ஜீன்கள் தனித்துப் பிரிந்து ஒதுங்குவது சாத்தியமில்லை: அவைகளில் பிணைப்பு இருப்பது இயல்பே. எனவே, மெண்டெலின் தனித்துப் பிரிந்து ஒதுங்கும் விதி எல்லாப் பண்புகளுக்கும், எல்லா ஜீன்களுக்கும், குரோமோசோம்களுக்கும் பொதுவாக அமைந்தது அல்ல. உதாரணமாக, மஞ்சள் நிறத்திற்குரிய ஜீனும், உருண்டை வடிவத்திற்குரிய ஜீனும் ஒரே குரோமோசோமில் அமைந்திருந்தால், அவையிரண்டும் தனித்துப் பிரிந்து ஒதுங்காமல் ஒன்றாகச் சேர்ந்து செல்லும். உண்மையில், இவ்விரண்டு பண்புகளுக்குரிய ஜீன்கள் இரண்டும் இருவேறு குரோமோசோம்களில் அமைந்துள்ளன. இது மெண்டெலின் அதிர்ஷ்டத்தைக் குறிக்கிறது.

மக்காச்சோளத்தின் பிணைப்பு : ஹட்சிசன் (Hutchis on என்பவர் நிறமுள்ள முழு மக்காச் சோளத்தை (coloured full

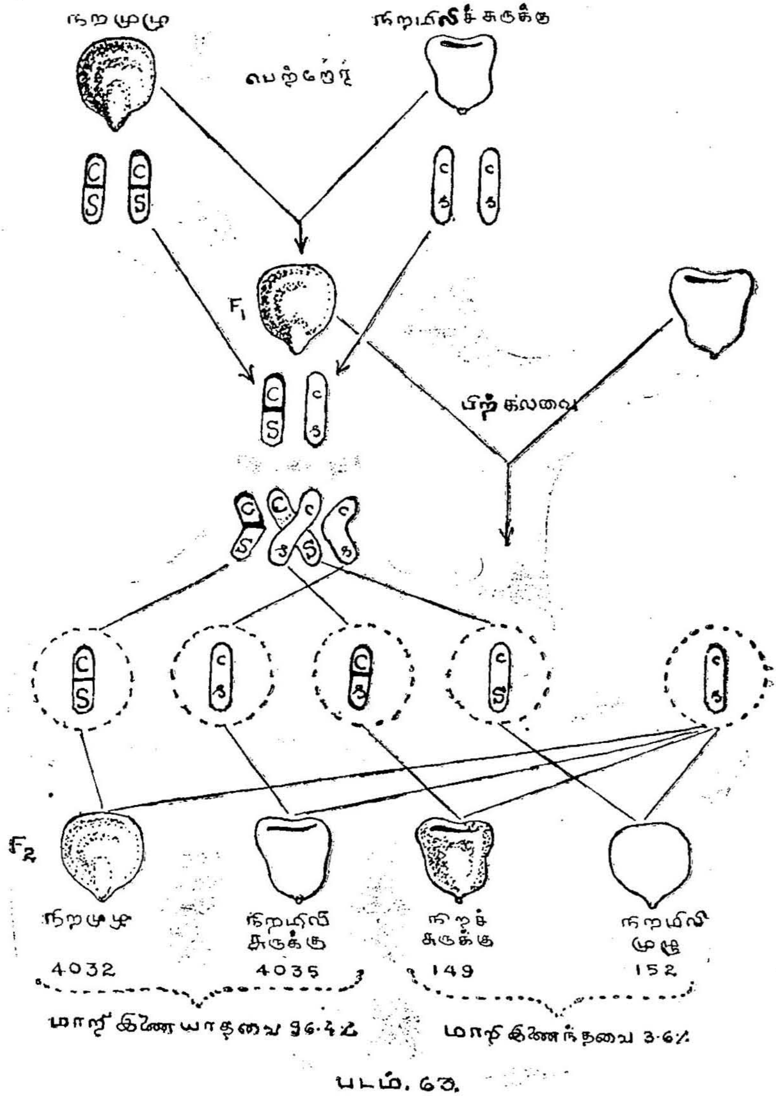
CC SS), நிறமற்ற சுருங்கிய விதையுள்ள செடியுடன் (colourless shrunken CC) கலக்கச் செய்தார். இதில் நிறமும், முழுவிதைப் பண்புகளும் விஞ்சுதன்மை பெற்றவை; நிறமற்ற சுருங்கிய விதைப் பண்புகள் அடங்கிய தன்மையானவை. முதல் மகட் சந்ததியில் நிறமுள்ள முழு விதையுடைய கலப்புயிரி உண்டா யிற்று. கலப்புயிரிச் செடியை நிறமற்ற சுருங்கிய விதைச் செடி யுடன் பிற்கலவி செய்தார். கலப்புயிரியில் மெண்டெலின் விதிப் படி CS, Cs, cS, cs என்ற நான்கு வகையான கேமீட்டுகள் உண்டா கின்றன. நிறமற்ற சுருங்கிய விதைச் செடியில் C என்ற ஒரே விதமான கேமீட்டுகள்தான் உண்டாகின்றன. மெண்டெலின் விதிப்படி 2வது மகட்சந்ததியில் 1 நிறமுடைய முழுவிதை: 1 நிறமுடைய சுருங்கிய விதை: 1 நிறமில்லாத முழு விதை: 1 நிறமற்ற சுருங்கிய விதை என்ற நான்கு வகையான தாவரங் கள் சமவிகிதத்தில் தோன்றவேண்டும். ஹட்சிசன் செய்த கலவியின் முடிவு கீழ்க்கண்ட விகிதத்தில் அமைந்திருந்தது.

நிறமுடைய முழுவிதை CS/cs	=	4032
நிறமுடைய சுருங்கிய விதை Cs/cs	=	149
நிறமற்ற முழுவிதை cS/cs	=	152
நிறமற்ற சுருங்கிய விதை cs/cs	=	4035
மொத்தம்		8365

இவற்றுள் முதலில் பெற்றோர் சந்ததிகளாகக் கலவிக்கு எடுத் துக்கொண்ட நிறமுள்ள முழுவிதைச் செடிகளும் 4032+நிறமற்ற சுருங்கிய விதைச் செடிகளும் 4035 = 8067 இருந்தன. இரண்டாம் மகட் சந்ததியில் மொத்தம் கிடைத்த 8365 செடிகளில் 8067 செடி கள் அதாவது 96.4 சதவீதமுள்ள செடிகள் பெற்றோர் சேர்க்கை யைச் சேர்ந்தவை. நிறச் சுருங்கி 149ம் நிறமற்ற முழு 152ம் சேர்ந்த மீதமுள்ள 301 செடிகள் புதிதாக மீள்சேர்க்கையி னால் ஏற்பட்டவை.

மெண்டெலின் விதிகளின்படி இருஜோடி எதிரிடைப் பண்பு ஜீன்களான C-c யும் S-sம் தனித்துப் பிரிந்து ஒதுங்குவதில்லை. பெற்றோர் சேர்க்கைகள் எதிர்பார்த்த 50 சதவீதத்தைவிட அதிக மாக 96.4 சதவீதம் உள்ளன. இந்த ஜீன்கள் 96.4 சதவீதகேமீட் டுகளில் இணைந்துள்ளன; மீதி 3.6 சதவீத கேமீட்டுகளில் மீள் சேர்க்கையுற்றிருக்கின்றன. ஒத்த குரோமோசோம்களுக்கிடையே (Homologous Chromosomes) அதன் பகுதிகள் குன்றல் பகுப்பின் முதல் நிலையில் (Prophase) பரிமாற்றம் செய்துகொள்ளப்படுவ தால் பிணைப்பு ஜீன்களில் மீள்சேர்க்கை நடைபெறுகிறது என்று

அறிஞர் டி. எச். மார்கன் (T. H. Morgan) கருதுகிறார். இவ்வித மான மீள்சேர்க்கைக்கு மாறி இணைதல் (crossing over) என்று



படம். 63.
மக்காச் சோளத்தில் மாறி இணைதல் பண்பை விளக்குவது

பெயரிடுகிறார். இவ்விதமாக மாறி இணைதல் ஒத்த குரோமோ சோம்களில் ஜீன்கள் C-c அமைந்த இடத்திலும், ஜீன்கள் S-s

அமைந்த இடத்திலும் நடைபெறுகின்றன. மேற்கண்ட பிணைப்புமாறி இணைதல் மக்காச் சோளத்தில் நிகழும் விதத்திலிருந்து பாரம்பரியப் பண்புகளுக்கு அடிப்படையான ஜீன்கள் குரோமோசோம்களில் அமைந்துள்ளன என்பது அறிகிறோம்.

பால் கணிப்பில் குரோமோசோம் கொள்கை (The chromosomal Theory of sex determination) : பாரம்பரியத்தில் ஒவ்வொரு உயிரினத்திற்கும் வேற்றுமையுள்ளது எனக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அதிலும் உயிரினங்களில் பெண்ணில் ஒருவகைக் குரோமோசோம்களும், ஆணில் மற்றொரு வகையான குரோமோசோம்களும் அமைந்துள்ளன என்று கண்டுபிடித்தது மிகவும் சிறப்பு வாய்ந்தது ஆகும். ஆண், பெண் என்ற பாலினை நிர்ணயிக்கும் பண்புகளும் குரோமோசோம்களிலேயே அமைந்துள்ளன என்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

உயிரினங்களின் செல்களில் குரோமோசோம்கள் இருமயமாகக் (Diploid) காணப்படும். குன்றல் பகுப்பில் கேமீட்டுகள் உண்டாகும்போது ஒருமயமாகின்றன (Haploid). குன்றல் பகுப்பின்போது ஒரே மாதிரியான அளவில் குரோமோசோம் தொகுதிகள் ஒவ்வொரு கேமீட்டுகளில் சேரும் என முன்னர்க் கண்டோம். ஆனால் பால்கணிப்பில் இவ்விதம் நடைபெறாமல் மாறி நடைபெறுகிறது. இம் மாற்றத்தை விளக்கும் வகையில் பால் கணிப்பில் குரோமோசோம் கொள்கை உருவாயிற்று.

பூச்சிகளில் ஆணுக்கு ஒரு வகைக் குரோமோசோம் தொகுதிகளும், பெண்ணுக்கு ஒரு வகையான குரோமோசோம் தொகுதிகளும் உள்ளன. உதாரணமாகப் பெண் மூட்டைப் பூச்சியில் 14 குரோமோசோம்கள் உள்ளன. இவற்றில் 6 ஜோடி ஆடோசோம்களும் (autosomes) 2 x அல்லது 2 பால் குரோமோசோம்களும் (Sex Chromosomes) சேர்ந்துள்ளன. ஆனால் ஆண் மூட்டைப் பூச்சியில் 13 குரோமோசோம்களே உள்ளன. அதாவது, 6 ஜோடி ஆடோசோம்களும் ஒரே ஒரு பால் x குரோமோசோமும் உள்ளன.

ட்ரோசோபைலாப் பெண் பூச்சியில் 6 ஜோடி ஆடோசோம்களும் இரண்டு x குரோமோசோம்களும் காணப்படும். ஆண் பூச்சியில் 6 ஜோடி ஆடோசோம்களும் ஒரு x குரோமோசோமும் உள்ளன. இவற்றைத் தவிரப் பெண் பூச்சியில் காணப்படாத மாறுபட்ட உருவமுடைய y குரோமோசோம் ஆணில் மாத்திரம் அமைந்திருக்கும். பெண் பூச்சியிலிருந்து உண்டாகும் கேமீட்டுகளில் பொதுவான x குரோமோசோம் காணப்படும். ஆனால் ஆண் பூச்சியிலிருந்து உண்டாகும் கேமீட்டுகளில் பாதி கேமீட்டு

களில் x குரோமோசோமும், மீதிப் பாதி கேமீட்டுகளில் குரோமோசோமும் காணப்படும். கேமீட்டுகள் இணைந்து சந்ததிகள் உண்டாகும் வீதம் கீழே குறிக்கப்பட்டுள்ளது. பூச்சியின் பால் பண்பினை இந்த x-y குரோமோசோம்கள நிர்ணயிக்கின்றன.

x குரோமோசோம் உள்ள பெண்கேமீட் + x கேமீட் உள்ள ஆண் கேமீட் = xx பெண் பூச்சி

x குரோமோசோம் உள்ள பெண் கேமீட் + y கேமீட் உள்ள ஆண் கேமீட் = xy ஆண் பூச்சி

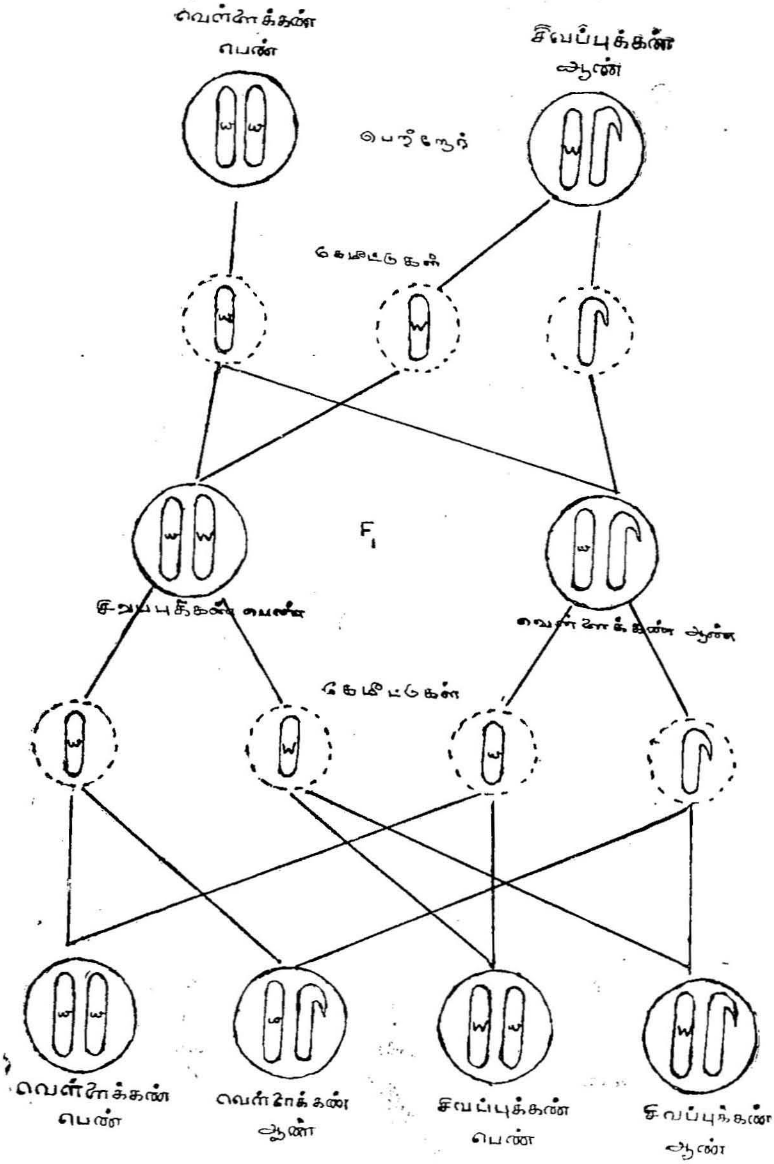
பெண் பூச்சிகளில் xx என்ற ஒத்த குரோமோசோம்கள் (Homogamous) அல்லது ஒத்த கேமீட்டுகள் (Homogametic) உடையவை என்று விளக்கப்படும். ஆண் பூச்சிகளை மாறுபட்ட குரோமோசோம்கள் (Heterogamous) அல்லது மாறுபட்ட கேமீட்டுகள் (Heterogametic) உடையவை என்று விளக்கப்படும்.

பாலிணைப் பண்புகள் (Sex linked characters): பாரம்பரியத்தில் குரோமோசோம் கொள்கையை எவ்வாறு பாலிணைப் பண்புகள் (Sex-linked characters) சந்ததிகளில் செல்லுகின்றன என்பதிலிருந்து அறியலாம். பால் குரோமோசோம்களில் பால் பண்பினை நிர்ணயிக்கும் ஜீன்கள் அமைந்துள்ளன. இவற்றுடன் மற்ற பண்புகளை நிர்ணயிக்கும் ஜீன்களும் பால்குரோமோசோமில் காணப்படும். பால் குரோமோசோம்களுடன் சேர்ந்து காணப்படும் பண்புகளையே பாலிணைப் பண்புகள் என்று கூறுகிறோம்.

ட்ரோசோபைலாப் பூச்சியில் பால் குரோமோசோம்களுடன், பூச்சியின் கண்களது நிறம் (eye colour) இணைக்கப்பட்டுள்ளது என்பது பின்வரும் சோதனைகளிலிருந்து தெரியவருகிறது.

வெள்ளைக் கண்களுடைய பெண் பூச்சியையும் சிவப்புக் கண்களுடைய ஆண் பூச்சியையும் கலக்கும்போது முதல் மகட் சந்ததியில் பாதிப் பூச்சிகள் சிவப்புக் கண்களுடைய பெண்களாகவும், மறுபாதிப் பூச்சிகள் சிவப்புக் கண்களுடைய ஆண்களாகவும் உண்டாயின. இரண்டாம் மகட்சந்ததியில் பெண் பூச்சிகளில் ஒரு பகுதி சிவப்புக் கண்களுடையதாகவும், மறுபகுதி வெள்ளைக் கண்களுடையதாகவும் காணப்படுகின்றன. ஆண் பூச்சிகளில் ஒரு பகுதி சிவப்புக் கண்களுடையதாகவும், மறுபகுதி வெள்ளைக் கண்களுடையதாகவும் காணப்படும்.

இதன் விளக்கமாவது: சிவப்புக் கண்நிறம் விஞ்சுதன்மை பெற்றது; இது ஆண்பால் பண்புடன் இணைந்தது. இப்பாலி



படம் 64
ட்ரோஸோபைலாப் பூச்சியில் கண் நிறம் பாலிணைப்பாக வருதலை விளக்குவது

ஊைப் பண்பு குறுக்கு நெடுக்குப் பாரம்பரியமாகப் (criss-cross inheritance) பல சந்ததிகளிலும் கொண்டு செல்லப்படுகின்றது. சிவப்புக் கண்களுடைய ஆண்பூச்சி தனது கண் நிறத்தைத் தனது மகளின் மூலம் பேரன்களுக்குக் (2ஆம் மகட்சந்ததி) கொண்டு செல்லுகிறது. இச் சோதனையிலிருந்து பண்புகளுக்கு அடிப்படையான ஜீன்கள் குரோமோசோம்களில் அமைக்கப்பட்டுள்ளன என்பது தெளிவாகிறது.

பாரம்பரியப் பண்புகளும் குரோமசோம்களும் (Hereditary characters and chromosomes) பாரம்பரியப் பண்புகள் கேமீட்டுகள் மூலம் பெற்றோர்களிடமிருந்து பிள்ளைகளுக்குச் செல்லுகின்றன என்று முதலில் கண்டோம். குரோமோசோம் கொள்கையின்படி கேமீட்டில் உள்ள குரோமோசோம்களே பாரம்பரியத்திற்குக் காரணமானவை என்றும், குரோமோசோமில் அமைந்த ஜீன்களே பாரம்பரியப் பண்புகளுக்கு அடிப்படையானவை என்றும் கண்டோம்.

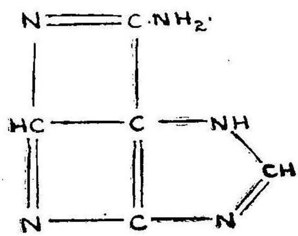
தற்காலக் கருத்து : குரோமோசோம் கொள்கையின்படி, குரோமசோம்கள்தான் பாரம்பரியப் பண்புகளை நிர்ணயிக்கின்றன என்று கண்டோம். பின்னர் குரோமோசோம்களில் உள்ள ஜீன்களே பாரம்பரியப் பண்புகளுக்கு அடிப்படையானவை எனக் கண்டோம். ஜீன்கள் குரோமோசோமில் உள்ள குரோமோனீமாவில் (Chromonema) நீள் வரிசையில் (linear arrangement) அமைக்கப்பட்டுள்ளன. தற்கால ஆராய்ச்சியின் விளைவாக ஜீன்கள் நியூக்ளயக் அமிலத்தினுல் (Nucleic acid) ஆகியவை எனக் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள்.

நியூக்ளியக் அமிலம் : கி. பி. 1868ஆம் ஆண்டில் ஃபிரீய்ட்ரிச் மீய்ஷர் (Freidrich Meicher) என்ற தாவரவியலறிஞர் நியூக்ளியக் அமிலத்தைக் கண்டுபிடித்தார். இதற்கு அவர் நியூக்ளியன் (Nuclein) என்று பெயரிட்டிருந்தார். இக் கார்பன், ஆக்ஸிஜென் ஹைட்ரஜென், நைட்ரஜென், பாஸ்பரஸ் போன்ற தனிமங்களால் ஆகியது. இது அமிலத் தன்மையுடையதாக இருப்பதால் நியூக்ளியக் அமிலம் என்று அழைக்கப்பட்டது. 'உயிரின் சாரம்' (Essence of life) என்று அழைக்கப்படக் கூடிய முக்கியத்வம் வாய்ந்த இக் கண்டுபிடிப்பு கி. பி. 1940 வரை யாருடைய கவனத்தையும் ஈர்க்கவில்லை.

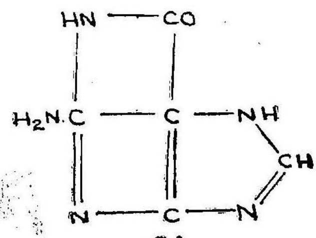
ஆல்பிரெச்ட் கோஸெல் (Albrecht Kossel) என்பவரும் பி. ஏ. லெவின் (P.A. Levene) என்பவரும் நியூக்ளியக் அமிலம் ஒரு பெரிய மூலக்கூற்றினுல் (Macro-nolecule) ஆகியது என்றும்

அதில் பல சிறிய அலகுகள் (Sub-units) சேர்ந்துள்ளன என்றும் கண்டு பிடித்தார்கள்,

குரோமோசோம்கள் டை ஆக்ஸிரிபோ நியூக்ளியக் அமிலம் (Deoxyribonucleic acid) என்ற நியூக்ளியக் அமிலத்தினுல் ஆக்கப் பட்டுள்ளது என்று கண்டுபிடித்துள்ளார்கள். இது சுருக்கமாக DNA என்று அழைக்கப்படும். உயிரினங்களின் நியூக்ளியஸில் இந்த DNA மிகுதியாகக் காணப்படுகிறது என்றும் சைடோ பிளாசத்தில் காணப்படுவதில்லை என்றும் கி. பி. 1924 ல் ராபர்ட் ஃபுல்ஜென் (Robert Feulgen) என்ற ஜெர்மன் நாட்டுத் தாவரவிய லறிஞர் கண்டுபிடித்தார். மார்டின் பெஹ்ரென்ஸ் (Martin Behrens) என்பவர் நியூக்ளியஸில் பெருமளவு DNA யும் சைடோ பிளாசத்தில் ரிபோநியூக்ளியக் அமிலம் (Ribonucleic acid) என்ற RNA யும் காணப்படுகிறது என்றும் கண்டுபிடித்தார். RNA நியூக்ளியஸில் உள்ள நியூக்ளியோலஸில் (Nucleolus) அதிகமாகக் காணப்படுகிறது.

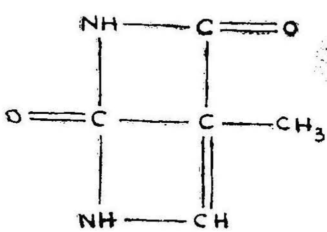


அடீனின்

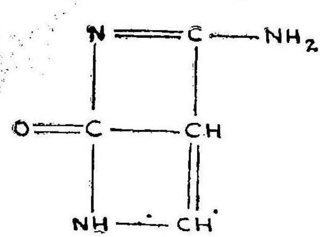


குவானீன்

ப்யூரின்கள்



தைமீன்



ஸீடோஸின்

பிரிமிடீன்கள்

படம். 65.

ப்யூரின் பிரிமிமீன்களின் வேதி அமைப்பு

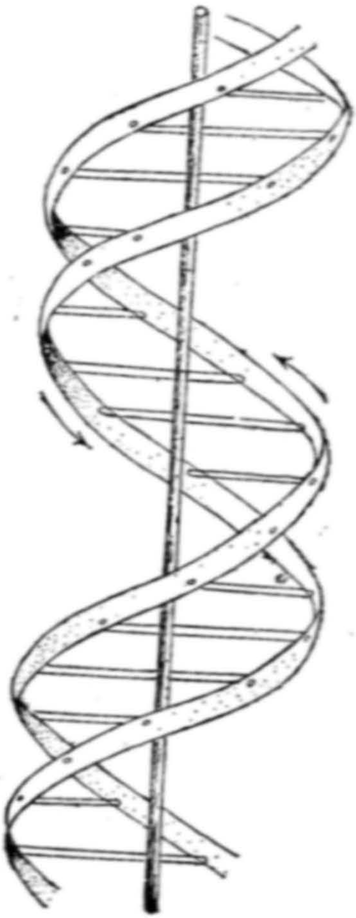
DNA யின் வேதி இயல்பு (Chemical nature of DNA): DNA யில் டி ஆக்ஸிரிபோஸ் என்னும் பென்டோஸ் சர்க்கரைப் பொருளும் (Pentose sugar) பாஸ்பேட்டுகளும் (Phosphates), ப்யூரின்கள் (Purines), பிரமிடீன்கள் (Pyramidines) என்ற நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்களும் (Nitrogen bases) அமைந்துள்ளன. ப்யூரின்களில் அடினீன் (Adenine), குவானீன் (Guanine) என்ற இருவகைகள் உள்ளன. பிரமிடீன்களில் ஸிடோஸீன் (Cytosine) தைமீன் (Thymin) என இருவகைகள் உள்ளன. இவைகள் தம்முள் வேதிப்பொருள் சேர்க்கையில் மாறுபட்டுள்ளன. (படம் 65).

RNA யின் வேதி இயல்பு: RNA என்பது பெரும்பாலான பண்புகளில் DNA ஐ ஒத்துள்ளது. RNA யில், DNA யில் உள்ளதுபோலவே அடினீன், குவானீன் என்ற பொருள்கள் உள்ளன. DNA யில் பிரமிடீன் கூட்டுப்பொருள்களான ஸிடோஸீன், தைமீன் என்ற பொருள்கள் உள்ளன. ஆனால் RNA யில் ஸிடோஸீன், யுரேஸில் (urasil) ஆகிய பொருள்கள் உள்ளன. DNA யில் டி ஆக்ஸிரிபோஸ் என்ற சர்க்கரைப் பொருளும் RNA யில் ரிபோஸ் சர்க்கரைப் பொருளும் உள்ளன. DNA, RNA போன்ற நியூக்ளியக் அமிலங்களில் காணும் வேதிப்பொருள் வேற்றுமைகள் கீழ்க்காணும் அட்டவணையில் குறிக்கப்பட்டுள்ளது.

	DNA	RNA
1. சர்க்கரை	டி ஆக்ஸிரிபோஸ்	ரிபோஸ்
2. நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்கள்		
(a) ப்யூரின்கள்	அடினீன், குவானீன்	அடினீன், குவானின்
(b) பிரமிடீன்கள்	ஸீடோஸீன், தைமீன்	ஸீடோஸீன், யுரேஸில்

DNA யின் அமைப்பு (Structure of DNA): பெரிய மூலக்கூறான DNA யில் பல டி ஆக்ஸிரிபோடைடுகள் (Deoxyribotides) உள்ளன. இதன் மூலக்கூறு எடை (Molecular weight) 10^6க்கு

மேல் அதிகமாயுள்ளது. நொதிகள், நிறமறி கருவி (Chromatography) எலெக்ட்ரான் நுண்ணோக்கி (Electron Microscope) முதலியவற்றால் ஆராய்ந்ததில் DNA என்பது ஒரு நீண்ட கிளையற்ற வடிவுடையது என்பது தெரியவந்தது. இதன் அமைப்பைப் பற்றி ஸி. ஹெச், ஸி. கிரிக் (C. H. C. Crick) என்பவரும் ஜே. டி. வாட்ஸன் (J.D. Watson) என்பவரும் ஆராய்ச்சி செய்து DNA மூலக்கூறு எப்படி அமைந்திருக்கும் என்ற ஒரு மாதிரி உருவ அமைப்பினைக் கண்டு பிடித்தார்கள். இதற்கு 'வாட்சன் கிரிக் மாதிரி உருவம்' (Watson crick model) என்று பெயர். DNA மூலக் கூற்றின் அமைப்பு பற்றி இவர்கள் கூறிய விளக்கமாவது :



படம். 66

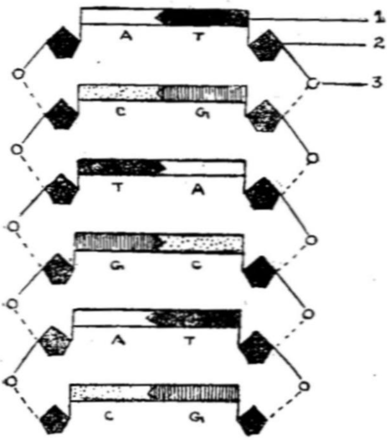
DNA-யின் வாட்சன்கிரிக், மாதிரி உருவம்

1. DNA மூலக்கூறு என்பது இரு இழைகளால் ஆகிய இரட்டைச் சுருள் (Double helix) போன்றது. ஒவ்வொரு இழையும் பாஸ்பேட்டும், சர்க்கரையும் இணைந்து உண்டாகியது. இவ்விருசுருள்களும் ஒரு மைய அச்சைச் சுற்றிச் சுழல்வதுபோல் அமைக்கப்பட்டுள்ளன.

2. சர்க்கரையும் பாஸ்பேட்டும் DNA மூலக் கூற்றில் ஆதாரமான தேவைப் பொருள்கள்; நைட்ரஜன் கூட்டுப்பொருள்கள் அவற்றில் மையப் பொருள்களைப்போல் (core) அமைந்துள்ளன.

3. இரு இழைகளாலாகிய சுருள்களும் சுழன்று திருகிச் செல்லும் ஏணிப்படியின் (Spiral staircase) விளிம்பிச் சட்டங்களைப் போன்றது. நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்களான ப்யூரின்களும் பிரமிடின்களும் விளிம்புச் சட்டங்களுக்கு இடையே அமைந்த ஏணிப் படிகளைப் போன்றவை.

4. ப்யூரினும், பிரமிடீனும் ஜோடி ஜோடியாக இணைந்து ஏணிப்படிகளைப் போல் அமைந்திருக்கும். ஒரு ஏணிப்படி போன்ற அமைப்பில் ஒரு ப்யூரினும் ஒரு பிரமிடீனும் இணைந்து காணப்படும். குறிப்பிட்ட ப்யூரினுடன் குறிப்பிட்ட பிரமிடீன் தான் இணைய முடியும். இவ்விரு பொருள்களையும் ஹைட்ரஜன் இணைத்து வைக்கிறது. அடினீனுடன் தைமீனும், ஸீடோஸீனுடன் குவானீனும் எப்பொழுதும் இணைக்கப்பட்டிருக்கும்.



படம் 6:

DNAயின் அமைப்புப் படம்

1. நைட்ரஜன் கூட்டுப் பொருள்
2. பென்டோஸ் சர்க்கரை
3. பாஸ்பேட்

A. அடினின்
T. தைமீன்
C. ஸிஸ்டோஸீன்
G. குவானின்

DNA யும் பாரம்பரியமும் (DNA and Heredity): தற்கால ஆராய்ச்சியின்படி குரோமோசோமில் உள்ள ஜீன் DNA யினுல் ஆக்கப்பட்டுள்ளது என அறிகிறோம். எனவே, ஜீன் என்பது டி ஆக்ஸிரிபோநைடுகள் என்ற நியூக்ளியக் அமிலங்கள் கூட்டுச் சேர்ந்து உண்டாகிய பொருளாகும். DNA மூலக் கூற்றில் அமினோ அமிலங்கள் (Aminoacids), புரதங்கள் (Proteins) உண்டாவதற்கான செய்திகள் சங்கேதக் குறிகளாக (Code) அமைக்கப் பட்டுள்ளன. எல்லா உயிரினங்களிலேயும் இந்த DNA மூலக் கூறு ஒரே மாதிரியாக உள்ளது. இருப்பினும், ஒவ்வொரு உயிரினத்தின் DNA மூலக் கூற்றிலும் உள்ள சர்க்கரை, பாஸ்பேட் ப்யூரின், பிரமிடீன் ஒரே விதமான அமைப்பில் அமைந்திருப்பதால் அந்த உயிரினத்தின் பின்வரும் சந்ததிகளும் அதே பண்புகளைப் பெறுகின்றன. மற்றொரு உயிரினத்தில் உள்ள DNA மூலக் கூற்றில் உள்ள மேற்சொன்ன வேதிப் பொருள்கள் அளவிலும் அமைப்பிலும் வேறுபடுவதால் வேறுபட்ட பண்புகளை

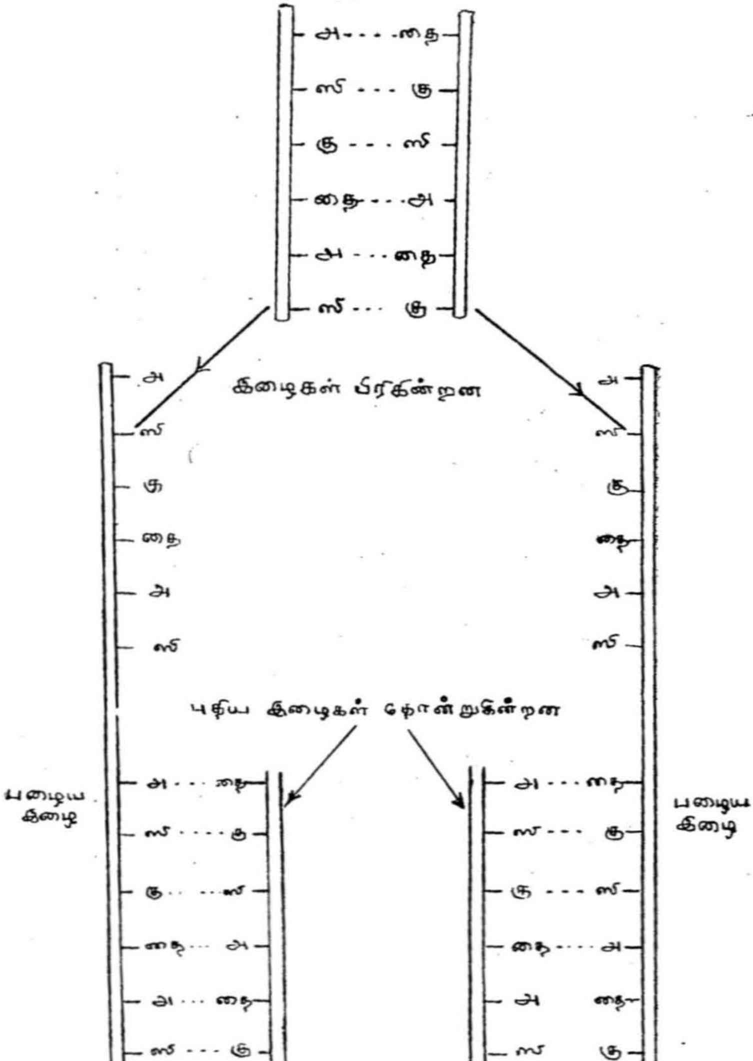
உடையனவாகக் காணப்படும். DNA மூலக்கூறு பல வகையான அமினோ அமிலங்களையும் அவைகளின் மூலம் பலதரப்பட்ட புரதங்களையும் உண்டாக்கி உயிரினங்களின் பண்புகளுக்கு ஆதாரமாக உள்ளன.

DNA மூலக்கூற்றில் அடினீன், குவானீன் ஸிடோஸீன், தைமீன் ஆகிய பொருள்கள் எந்த வரிசையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளனவோ அந்த வரிசைப்படியே அமினோ அமிலங்களும் புரதங்களும் உண்டாகின்றன. இவ்வரிசை இயற்கையினாலோ, செயற்கையினாலோ மாற்றப்பட்டால் DNA உண்டாகும் அமினோ அமிலங்களும் புரதங்களும் மாற்றப்பட்டு அதன் காரணமாக உயிரினங்களின் பண்புகளில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது.

சடுதி மாற்றத்தினால் DNA யில் ப்யூரின், பிரமிடீன் வரிசைகள் மாற்றப்படுகின்றன. இதனால் மாறிய DNA உண்டாக்கும் அமினோஅமிலங்களும் புரதங்களும் மாறிப் புதிய பண்புகளாக உருவாகின்றன. DNA யில் உண்டாகும் சடுதிமாற்றம் இயற்கையாகவும் உண்டாகலாம். அல்லது x-கதிர்வீச்சு, கால்ச்சிஸின் (Colchicine) போன்ற வேதிச் சடுதிமாற்றப் பொருள்களினாலும் உண்டாகலாம்.

DNA யின் இரட்டிப்பு (Replication of DNA): இரட்டைச் சுருள்போன்று அமைந்த இரு இழைகளிலும் இணைந்துள்ள ப்யூரின்களும் பிரமிடீன்களும் அவற்றை இணைத்திருந்த ஹைட்ரஜன் நீங்கி விடுவதால் துண்டித்துத் தனியாக்கப்படுகின்றன. இதனால் இரண்டு இழைகளும் அவற்றோடு இணைந்த ப்யூரின் பிரமிடீன் பொருள்களுடன் தனித்தனியே பிரிந்து செல்கின்றன. ஓர் இழையில் உள்ள ப்யூரின் பிரமிடீன்களின் வரிசை மற்றோர் இழையில் அவற்றின் வரிசையை நிர்ணயிக்கிறது. அதாவது ஒரு பிரிந்த தனியான இழையில் அடினீன் இருந்தால் அதற்கு நேராக நியூக்ளியஸிலிருந்து ஒரு புதிய தைமீன் வந்து சேருகிறது. இதைப்போலவே, பிரிந்த இழையில் ஸீடோஸீன் இருந்தால் அதற்கு எதிராகக் குவானின் வந்து சேருகிறது. பிறகு இவற்றைச் சேர்க்கும் வகையில் புதிய இழைகள் தோன்றுகின்றன. புதிய DNA மூலக் கூற்றில் காணப்படும் இரு இழைகளில் ஓர் இழை பழைய இழை; மற்றொன்று புதிதாகத் தோன்றியது. இவற்றுக்கு இடையே அமைந்த ப்யூரின், பிரமிடீன்களில் ஒன்று பழையது; மற்றொன்று புதிதாக உண்டாகியது. (படம் 68)

DNA எங்ஙனம் பாரம்பரியப் பண்புகளை ஒரு சந்ததியிலிருந்து மற்றொரு சந்ததிக்கு எடுத்துச் செல்கிறது? ஒவ்வொரு



படம் 68. DNA இரட்டித்தல்

முறை செல்பகுப்பு அடையும்போதும் DNA இரட்டிப்பு அடைந்து, தன்னையொத்த மற்றொரு DNA மூலக்கூறினை உண்டாக்கு கிறது. இனப்பெருக்கத்திற்குப் பிறகு ஏற்படும் புதிய உயிரி னங்களில் பெற்றோர்களில் காணப்பட்ட அதேவிதமான DNA மூலக்கூற்றினை அதே அளவில் பெறுவதால், பெற்றோர்களின் பண்புகள் பிள்ளைகளில் காணப்படும்.

முடிவுரை: பாரம்பரியப் பண்புகள் ஒரு காலத்தில் கேமீட்டு களின்மூலம் பெற்றோர்களிடமிருந்து பிள்ளைகளுக்கு வருகிற தென்று கண்டோம். பின்னர் அவை குரோமோசோம் மூலமாக வும், ஜீன்களின்மூலமாகவும்கொண்டு செல்லப்படுகிறதென்று கண்டோம். ஜீன் என்பது DNAயால் ஆகிய பொருளாதலால் DNAவே பாரம்பரியத்திற்கு ஆதாரமான பொருள் என அறுதி யிட்டுக் கூறலாம்.

18. சடுதி மாற்றம்
(Mutation)

ஓர் உயிரினத்தின் ஜீனேடைப் (Genotype) அதன் பிறப்பி லிருந்து இறப்புவரை ஒரே மாதிரியாக இருப்பதில்லை. அது தொடர்ந்து மாறுதலடைந்துகொண்டே இருக்கும். முதிர்ச்சியுற்ற உயிரினத்தில் உள்ள ஜீன்கள் கருவிலிருந்த ஜீன்களின்றும் மாறுபட்டிருக்கும். பெற்றோர்களின் ஜீன்கள் பிள்ளைகளில் காணப்படமாட்டா; ஆனால், அவர்களது நகல் ஜீன்கள்தான் (Gene copies) பிள்ளைகளில் காணப்படும்.

இயற்கையில் பெற்றோர்களில் காணப்படாத பல மாற்றங் கள் அவைகளின் பிள்ளைகளில் தோன்றுவதைப் பல அறிஞர்கள் அறிந்திருந்தார்கள். பேரறிஞர் டார்வின் அவர்களும் இம்மாறு தல்களைக் கண்ணுற்று அவைகளுக்கு "ஸ்போர்ட்ஸ்" (Sports) என்று பெயரிட்டு அழைத்தார். ஆனால், திடீரெனத் தோன்றும் இத்தகைய மாற்றங்களுக்கு டார்வின் தன் பரிணாமக் கருத்தில் அதிக முக்கியத்வம் அளிக்கவில்லை. இவரது கருத்துப்படி இம் மாற்றங்கள் புதிய இனங்களை உண்டாக்க உதவாமல் உருவத் தில் பெரிய உயிரினங்களை (Monstrosities) உண்டாக்குகின்றன எனக் கருதினர். பெரிய தொடர்பற்ற வேறுபாடுகளே (large discontinuous variations) பரிணாம மாறுதலுக்கு ஆதாரமானவை என்று பேட்சன் (Bateson 1894) கோரின்ஸ்கி (Korinsky 1899) முதலிய அறிஞர்கள் கருதினர்கள.

சடுதி மாற்றங்களின் முக்கியத்வம் ஹூயூகோ டி விரிஸ் (Hugo de vries 1848—1935) என்பவரது ஆய்வினால்தான் உல கிற்கு உணர்த்தப்பட்டது. பெற்றோரிடம் காணப்படாத பண்பு அதன் சந்ததிகளிடம் திடீரெனக் காணப்படுவதற்கு இவர் சடுதி மாற்றம் என்று பெயரிட்டார். இவர் ஒனேதீரா லாமார்க்கியானு செடியில் இரு புதிய இனங்களைக் கண்டார். இப் புதிய இனங்கள் சடுதி மாற்றங்களின் விளைவினால் உண்டாயின என்றும் கண்ட றிந்தார்.

சடுதி மாற்றத்தின் விளக்கம் (Definition of Mutation) பிரிந்தொதுங்குவதிலும் (Seggregation) மீள் சேர்க்கையிலும் (recombination) சேராத பாரம்பரியப் பண்பின் மாற்றமே சடுதி மாற்றம் என்று டி விரிஸ் கருதுகிறார்.

ஸ்டெப்பின்ஸ், மேயர் போன்ற அறிஞர்கள் சடுதிமாற்றம் என்பது ஜீன் மாற்றமே என்று கருதுகின்றனர். ஜீன்கள் பாரம்பரியப் பண்புகளை நிர்ணயிக்கின்றன எனக் கண்டோம். தற்பொழுது ஜீன் என்பது டி ஆக்ஸிரிபோ நியூக்ளியக் அமிலம் (Desoxyribo nucleic acid) D·N A· என்று கண்டுபிடித்தனர். இத்தகைய சிறப்பு வாய்ந்த DNA மூலக்கூறுகளின் வேதி அமைப்பில் ஏற்படும் சிறிதளவு மாறுதலே சடுதி மாற்றத்திற்கு காரணமாகிறது. இம் மாறுதலுற்ற D·N.A மூலக்கூறு புதிய சில நொதிகளை (Enzymes) உண்டுபண்ணுகின்றது. இப் புதிய D.N.A தன்னையொத்த மற்றொரு D.N.A மூலக்கூறினை நொதிகளின் உதவியால் உண்டாக்கிப் பின்வரும் சந்ததிகளிலும் மாற்றம் பெற்ற D.N.Aயாகக் காணப்படுகிறது.

சடுதி மாற்றத்தினால் மாறும் தோற்றப் பண்புகள் (Phenotypic taits changed by Mutation):

மாற்றம் பெற்ற உயிரினம் பெற்றோர்களைவிடப் புற, அக அமைப்பியல், செயலியல், வேதியியல் மாறுபாடு உடையவையாக இருக்கும். ட்ரோஸோபைலாப் பூச்சியில் நிறம், இறகு, பிசிறிகள் (Bristles), கால்கள், உடல், உருவம், பாலினப் பண்புகள் (Sexual characters), வளத்தன்மை (fertility) வாழும் காலம் (longevity) முதலிய பண்புகளில் சடுதி மாற்றம் காணப்படுகிறது. சில சடுதி மாற்றங்களால், ஓர் உறுப்பு மற்றோர் உறுப்பாக மாற்றப்படுகிறது. இதற்கு ஹோமியோஸிஸ் (Homeosis) என்று பெயர். ட்ரோஸோபைலாப் பூச்சியில் சடுதி மாற்றத்தினால் நுகர் உறுப்புக்கள் (antennae) கால்களாக மாற்றப்படுகின்றன. டி. எச். மார்கன் (T. H. Morgan) டிரோஸோபைலாப் பூச்சியில் சடுதி மாற்றத்தினால் பொதுவாகச் சிவப்புக் கண்களுடைய பூச்சியில் வெள்ளைக் கண்களுடைய பூச்சிகள் தோன்றக் கண்டார். இப் பண்பு பாலிணைப் பண்பாகவும் இருப்பதைக் கண்டறிந்தார். நியுரோஸ் போராப் பூஞ்சையில் (Neurospora), சடுதிமாற்றத்தினால் பூஞ்சையின் உணவுத் தேவையும், அடிப்படையான செல் வளர்சிதை மாற்றமும் (Cell metabolism) மாற்றமடைகின்றன. சடுதி மாற்றங்கள் பாக்டீரியா, வைரஸ் போன்ற நுண்ணுயிரிகளிலும் (Microbes) நிகழுகின்றன. நோய் உண்டாக்கும் உயிரிகளில் (pathogenic organisms) நோய் கொல்லிகளுக்கு எதிரான, அல்லது சாதகமான வீரியம், நோய் எதிர்ப்புத் திறன்,

நோய்க்கிடங்கொடுக்கும் தன்மை (Susceptiblity) ஆகிய பண்புகள் சடுதி மாற்றத்தினுல் உண்டாகின்றன. ஒரு குறிப்பிட்ட பூஞ்சையினுல் நோய் உண்டாகக் கூடிய தாவரம் சடுதி மாற்றத்தினுல் நோய் எதிர்ப்புத் திறன் பெறலாம். அதே மாதிரி நோய் உண்டாக்கும் பூஞ்சையும் திடீர் மாற்றத்தினுல் அதே தாவரத்தில் நோய் உண்டாக்கும் திறன் பெறலாம். பாக்டீரியாவில் நோய் உண்டாக்கு திறன் திடீர் மாற்றத்தினுல் அதிகமாகிறது, அல்லது குறைகிறது.

சடுதி மாற்றத்தின் இயல்புகள் (Nature of Mutations): டி விரிஸ், திடீரென்று உயிரினங்களில் மாற்றங்கள் உண்டாயின எனக் கருதினுர். ஆனுல், சடுதி மாற்றம் திடீரென்று, தீவிரமாக உயிரினங்களில் உண்டாவதில்லே. மார்கனும் அவரது தோழர்களும் செய்த ஆய்வின் பயனுகச் சடுதி மாற்றங்கள் எல்லா வகைகளிலும், எல்லா அளவுகளிலும் உயிரினங்களில் காணப்படுகின்றன என்று கண்டுபிடித்தனர். மாற்றம் பெற்ற உயிரினத்திற்கும், அதன் பெற்றோர்களுக்குமிடையே மாற்றம் பெரிய அளவில் இருக்கலாம்; அல்லது மிகச் சிறியதாக இருக்கலாம்; இரண்டிற்கும் இடைப்பட்ட மாற்றங்கள் ஏற்படலாம். சில சடுதி மாற்றங்களால் உயிரினங்களில் நிகழும் மாற்றங்கள் வெளியே தெரியும் அளவிற்கு மாறுகின்றன. மற்றுஞ் சில சடுதி மாற்றங்கள் மிகக் கவனம் செலுத்திய பின்னரே கண்டுபிடிக்க முடியும் என்ற அளவில் உள்ளன. இத்தகைய சடுதி மாற்றங்களே இயற்கையில் அதிகமாக உள்ளன என்று டிமஃபீஃப்—ரெஸ்ஸோவ்ஸ்கி, கெர்கிஸ் (Timo feeff-Ressovshy, Kerkis) என்ற அறிஞர்கள் கருதுகின்றனர்.

சடுதி மாற்றங்கள் உண்டாகும் நிலே (Stage at which Mutations occur): உயிரினங்களின் வளர்ச்சியில் சடுதி மாற்றம் எந்த நிலேயிலும் நிகழலாம். தாவரங்களின் வாழ்க்கையில் சடுதி மாற்றம் நிகழும் நிலேயைக் குறித்து மூன்று வகைகள் காணப்படுகின்றன.

1. கேமிடிக சடுதி மாற்றம் (Gametic Mutation)
2. ஸைகோட் சடுதி மாற்றம் (Zygotic Mutation)
3. உடலச் சடுதி மாற்றம் (Somatic Mutation)

சடுதிமாற்றம் கேமீட்டுகள் உண்டாகும்போது நிகழ்ந்தால், மகட்சந்ததியில் ஒரே உயிரினம் மட்டும் மாற்றம் பெற்றிருக்கும். சடுதிமாற்றம் ஸைகோட்டின் முதல் மைடாடிக் பகுப்பில் (First Mitotic division) ஏற்பட்டால், சந்ததியின் ஒரு பகுதியில் மாற்றம் பெற்ற திசுக்களும், மற்ற பகுதியில் பெற்றோர்களைப் போன்ற

மாற்றம் பெருத திசுக்களும் காணப்படும் உயிரினம் நன்ருக வளர்ந்தபின் அதன் உடலத்தில் உள்ள சில செல்களில் சடுதி மாற்றம் ஏற்பட்டால் பலவிதமான கதம்ப உருத் (Chimera) திசுக்கள் உண்டாகும்.

சடுதிமாற்றம் குரோமோசோம்களில் உண்டானுல் குரோமோசோம் சடுதி மாற்றம் (Chromosome mutation) என்று பெயர். கருவுற்ற முட்டையில் உள்ள (Fertelised egg) இரு குரோமோசோம்களில் ஒன்றில் மாற்றம் ஏற்பட்டால் அதனின்று ஏற்பட்ட உயிரினத்தில் பாதி மாற்றம் பெற்றும் பாதி மாற்றம் பெருமலும் இருக்கும். செல் பகுப்பின்போது குரோமோசோம் தன்னை யொத்த மற்றென்றினை உருவாக்குகிறது. ஆனுல், சில சமயங்களில் குரோமோசோம்கள் தம்மிடமுள்ள சில ஜீன்களை இழப்பதிஞலோ, இரட்டிப்பதிஞலோ, தலைகீழாவதிஞலோ (Inversion) இடம் மாறுவதிஞலோ (Translocation) சடுதிமாற்றம் நிகழுகின்றன.

சடுதிமாற்றம் ஜீனில் நிகழும்போது ஜீன் சடுதி மாற்றம் என்று பெயர். இதற்குப் புள்ளிச் சடுதிமாற்றம் (Point Mutation) என்றும் பெயர். பண்புகளுக்கு ஆதாரமானது ஜீன். அதில் காணும் சடுதிமாற்றம் மாறுதலுக்கு ஆதாரமானது. சடுதி மாற்றம் ஜீன் பெருக்கத்தைத் (Genemultiplication) தடை செய்வதில்லை. அருகருகே உள்ள இரு ஜீன்களில் ஒரே சமயத்தில் சடுதி மாற்றம் நிகழுவதில்லை. எனவே மாற்றம்பெற்ற ஜீன் அருகே உள்ள மாற்றம் பெருத ஜீனை எவ்விதமாகவும் பாதிப்பதில்லை. சடுதிமாற்றம் ஜீனில் உள்ள வேதிப் பொருள்களில் ஏற்படும் விபத்துக்களிஞல் உண்டாகிறது.

சடுதிமாற்றத்தின் மீள் ஆற்றல் (Reversiblity of Mutation): சடுதிமாற்றம் மீள் தன்மையுடையது. A என்பது a ஆக மாற்றலாம். இந்த மாற்றம் பெற்ற a மீண்டும் A ஆக மாறலாம். கோலன் பாக்டீரியாவை (Colon Bacieria) ஸ்டிரெப்டோமைஸின் (Streptomycin) மருந்து கொல்லும். ஆனுல் இம் மருந்திற்குச் சில பாக்டீரியாக்கள் தப்பித்துக்கொள்ளும். இது இம்மருந்துள்ள ஊடகத்தில் (Medium) நன்ருக வளருவதோடு அம் மருந்தில்லாமல் வருவதில்லை. இதேவிதமான மீள்தன்மைபெற்ற சடுதி மாற்றம் ட்ரோஸோபைலாப் பூச்சியிலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளது.

சடுதிமாற்றங்களை உண்டாக்கும் காரணிகள் (Agencies inducing Mutations): எவ்வித வெளிக் காரணியும் இன்றி உயிரினங்களில் தன்னிச்சையாக ஏற்படும் சடுதி மாற்றத்திற்குத்

தான் தோன்றிச் சடுதிமாற்றம் (Spantaneous Mutations) என்று பெயர்.

சடுதிமாற்றம் வெளிக் காரணிகளாலும் ஏற்படும். பூஞ்சையிலும், பாக்டீரியாவிலும் ஊட்டக் குறைவினால் சடுதிமாற்றம் ஏற்படுகின்றது; இதனால் பாக்டீரியாக் கொல்லிகள் (Bacteriophages) எதிர்க்கும் திறன் பெறுகின்றன. சடுதி மாற்றம் உண்டாக்கத் தக்க வெளிக் காரணிகள்

1. இயற்கைக் கதிர்வீச்சு (Natural radiation)
2. ஊட்ட நிலை (Nutritive condition)
3. வயது (Aging)

செயற்கை முறையில் தூண்டத்தக்க சடுதி மாற்றங்கள் (Artificially induced Mutations) :

1. கதிர்வீச்சு (x-கதிர் x-ray), புற ஊதாக்கதிர் (ultra-violet ray), கீழ்ச் சிவப்புக் கதிர்கள் (infra-red rays)
2. சடுதிமாற்ற வேதிப்பொருள்கள் (Mutagenic chemicals)
3. வெப்ப அதிர்வுகள் (heat shocks)

தூண்டப்பட்ட சடுதி மாற்றங்கள் (Induced Mutations): செல்களின் உள்ளமைப்பே சடுதி மாற்றங்களுக்கு ஆதாரமானவை. இதேபோன்ற விளைவை x-கதிர்வீச்சு ஏற்படுத்திச் சடுதி மாற்றம் உண்ணுபண்ணுகிறது. எல்லா உயிரினங்களிலும் x-கதிர்வீச்சு சடுதி மாற்றம் உண்டுபண்ணுகிறது. ட்ரோஸோபைலாப் பூச்சியில் இயல்பாகக் காணும் சடுதி மாற்றத்தை x-கதிர்வீச்சு 150 மடங்கு அதிகரிக்கிறது என முல்லெர் கண்டறிந்தார். x-கதிர்வீச்சிற்கு வறண்ட, ஊறிய விதை, நாற்று, நுனி, கோணமொட்டுகள், வளரும், மகரந்தம், சூல்பை முதலியவைகள் இலக்காகப் பயன்படுத்தப்பட்டன. ஆலிவெர் (Oliver) டி மா ஃபீஃப்-ரெஸ்ஸோவ்ஸ்கி ஆகியவர்கள் ஜீன் சடுதி மாற்றத்திற்கும் x-கதிர்வீச்சின் அளவிற்கும் உள்ள உறவைக் கண்டு பிடித்தார்கள். மாற்றத்தின் நிகழ்விரைவு (frequency) x-கதிர்வீச்சின் அளவைப் பொறுத்தது. கதிர்வீச்சின் அளவு ரோன்ட்ஜன் அலகுகளால் (Rontgen units) (r) குறிக்கப்படும். ரோன்ட்ஜன் அளவு ஒரே மாதிரியாக இருந்தால் எல்லா x-கதிர் வீச்சுக்களும் சம எண்ணிக்கையுள்ள சடுதிமாற்றங்களை உண்ணுபண்ணுகின்றன. தொடர்ந்த x-கதிர்வீச்சும், விட்டுவிட்டுப் பாயும் x–கதிர்வீச்சும் ஒரே மாதிரியான பலனைத்தான் தருகின்றன.

x–கதிர் வீச்சின் சடுதிமாற்ற விளைவை மேற்சொன்ன அறிஞர்கள் தங்களது 'இலக்குக்கொள்கை' (Target Theory) என்பதினுல் விளக்கியுள்ளார்கள். குறிப்பிட்ட இலக்கில் அல்லது 'உணர்வதிகமுடைய பருமனில் (Sensitive volume) தனி அயனுக்குதல் (Single ionization) அல்லது அணுக்களின் கிளர்ச்சியினுல் (Atomic excitation) மற்றம் ஏற்படுத்துகிறது. சமமான அயனியாதல் மூலம் சமமான சடுதி மாற்றங்கள் நிகழ்வதால், உணர்வறி பருமனில் ஏதாவது ஒரு இடத்தில் ஒரு கதிர்வீச்சு 'அடி' (a single radiation 'hit') நிகழ்ந்தால் சடுதிமாற்றம் ஏற்பட்டு விடும். உயிரினங்களில் நைட்ரஜனுக்குப் பதிலாக (Nitrogen) காற்ருே, பிராணவாயுவோ (Oxygen) சூழ்ந்திருக்கும்போது அதிக அளவில் சடுதி மாற்றங்கள் நிகழ்கின்றன.

x-கதிர்வீச்சின் விளைவுகள் (The effect of x–ray radiation) : x-கதிர்வீச்சு சடுதிமாற்றத்தை இயக்கத்தக்க விளைவினை உண்டாக்குவதில்லை. ஏனெனில் இதைக் கட்டுப்படுத்தவோ, முன் கூட்டிச் சொல்லவோ முடியாது. ஆற்றல் அதிகமான கதிர்வீச்சு செல்லில் நுழைந்து, அதன் வேதிச் செயல்களை அதிகரிக்கின்றது. இதைத் தவிரக் குரோமேடின் (Chromation) x-கதிர்களைத் தேர்ந்து உறிஞ்சுகிறது. இவ்விதம் x-கதிர்வீக்சு சடுதிமாற்றத்தை நேரிடையாகவும் மறைமுகமாகவும் ஊக்குவிக்கிறது. x-கதிர்வீச்சின் விளைவு, வெப்பத்தினுலும், வேதிச்செயல்களினுலும் ஏற்படும் விளைவுகளைப் போன்றதே. வெப்ப அதிர்வுகள் எல்லா விதமான வேதிச் செயல்களையும் அதிகரிக்கின்றன. ஆனுல், x-கதிர்வீச்சு குறிப்பிடத் தக்க (புள்ளிகளில்) நிலைகளில் மட்டும் மாற்றங்களை உண்டுபண்ணுகிறது. கதிர்வீச்சின் செறிவை (intensity) அதிகரித்தால் சடுதிமாற்றத்தின் அளவும் அதிகமாகும். ஆனுல் இதனுல் சடுதிமாற்றத்தின் இயல்பை மாற்றமுடியாது. பெரும்பான்மையான சடுதிமாற்றங்கள் சிதைவான விளைவையே உண்டுபண்ணுவதால், கதிர்வீச்சின் செறிவை அதிகரித்தால் அதிக அளவில் அழிவுகளே (Lethal) ஏற்படும். அரிசி, சோளம், கம்பு, ராகி, பருத்தி போன்ற பயிர்களில் x-கதிர்வீச்சின் விளைவு ஆராயப்பட்டுள்ளது.

x-கதிர்வீச்சும் குரோமோசோம் பிழைகளைத் தூண்டுதலும் : (X-ray radition and induction of chromosomal aberretion) கி. பி. 1927 ல் முல்லெர் x-கதிர்வீச்சு குரோமோசோம் துண்டாக்குவது போன்ற திருந்தாத இயல்புடைய மாறுதல்களையும் செய்ய வல்லது எனக் கண்டறிந்தார். குரோமோசோம் இழப்பு (loss) இரட்டிப்பு (doubling), இடம் மாறுதல் (translocation) தலைகீழாதல் (inversion) முதலியவைகள் x-கதிர்வீச்சின் துண்டுதலால்

நடைபெறுகின்றன. குரோமோசோம் பிழைகளின் இயங்கு முறை மிகவும் சிக்கலானது; இன்னும் தெளிவான விளக்கங் களுக்கு உட்படாதது.

குரோமோசோம் முறிவும் மறுசேர்க்கையும் (Chromosome breakage and Reunion : குரோமோசோம் முறிவுகளின் எண்ணிக்கை x-கதிர்வீச்சின் r-அலகுகளைப் பொறுத்தது. முறிந்த குரோமோசோம் முனைகள் மறுபடியும் ஒன்றுக இணையும்; அல்லது முறிந்தமுனை மற்ரெரு குரோமோசோம் முனையுடன் சேரும். அல்லது அதே குரோமோசோமைச் சேர்ந்த மற்ரெரு துண்டுடன் இணையும். ஒரு குரோமோசோம் தொகுதியில் இரண்டு அல்லது மூன்று முறிவுகள் ஒரே சமயத்தில் நிகழ்ந்தால் தான் இடம்மாறுதல், தலைகீழாதல், குறை, இரட்டிப்பு முதலியவை ஏற்படும்.

புற ஊதாக்கதிர்களின் சடுதிமாற்ற விளைவு (Mutagenic effect of ultra-violet rays): புற ஊதாக்கதிர்கள் மனிதன், விலங்குகளின் பால்செல்களைப் பாதிப்பதில்லை யாதலால் இவற்றில் சடுதி மாற்றம் ஏற்படுத்துவதில்லை. புற ஊதாக்கதிர்கள் x-கதிர்களை விட அலை நீளத்தில் (wavelength) அதிகமானவை; எனவே, x-கதிர்களைவிடக் குறைந்த ஆற்றலையே பெற்றுள்ளன. x-கதிர் வீச்சைப் போலவே புறஊதாக்கதிர்களும் ஜீன் சடுதிமாற்றத்தையும் குரோமோசோம் சடுதிமாற்றத்தையும் உண்ணுபண்ணுகின்றன. x-கதிர்வீச்சு அதிக எண்ணிக்கையில் குரோமோசோம் பிழைகளை ஏற்படுத்துகிறது. தானியங்களில் புற ஊதாக்கதிர் தோற்றுவித்த சடுதிமாற்றம் தான்தோன்றிச் சடுதிமாற்றத்தை ஒத்துள்ளது என ஸ்டேட்லர் (Stadler) கண்டுபிடித்துள்ளார்.

வேதிச் சடுதிமாற்றப்பொருள்கள் (Mutagenic ehemicals) : பல வேதிப் பொருள்களும் உயிரினங்களில் சடுதிமாற்றங்களைத் தூண்டக் கூடியவைகளாக அமைந்துள்ளன. இவற்றில் கடுகு வாயு எனப்படும் (Mustard gas) வாயு முக்கியமானது. இத்துடன் கீழ்க்காணும் ஸ்டில்பிலமைன் ஆல்கலாய்டுகளும் (Stilbylamine alkaloid groups) சடுதிமாற்றத்தினை உண்டாக்குகின்றன. கால்ச்சிஸின் (colchicine). கெலடமைன் (Chelidamine), ஹோமோகெலிடமைன் (Homochelidamine), மீதாக்ஸிகெலிடமைன் (Mythoxychelidamine), நார்காடைன் (Norcotine), ஸல்பானிலமைடு (Snlphanilamide), ஸல்பாபைரிடின் (Sulphaphyridine), மற்றும் வளர்ச்சிக்கு உதவும் பொருள்களான ஐஸோபுரோபில்-பினைல் கார்பமேட் (Isopropyl-phenyl Carbamate) ஆல்பா நாப்தலீன் (α napthaline) பினைலஸிடிக் அமிலம் (Phenylacetic acid) பென்ஸீன் (Benzene) போன்றவைகளும்,

பூச்சிகொல்லிகளான (Pesticides) பென்ஸீன் ஹெக்ஸாகுளோரைடு (Benzene hexachloride) DDT போன்ற வேதிப் பொருள்கள் சடுதி மாற்றத்தை விளைவிக்கும் ஆற்றல் பெற்றவையாயுள்ளன.

ராஸ் (Ross), ஃபிரான்ஸ்க் (Franzke) ஸ்மித் (Smith 1954) ஆகியவர்கள் சேர்ந்து சோளத்தில் கால்ச்சிஸின் என்ற வேதிப் பொருளை உபயோகித்து 3 விதமான சடுதிமாற்றங்களைச் செயற்கை முறையில் உண்டு பண்ணினார்கள். இச் சடுதிமாற்றங்கள் பின்வரும் சந்ததிகளிலும் காணப்பட்டன.

கிருஷ்ணசாமியும் இராமனும் (Krishnaswamy and Raman 1954): ஜாஸ்மினம் சாம்பக் (Jasminum sambac) என்ற மல்லிகை வகைச் செடியில் கால்ச்சிஸின் உபயோகப்படுத்திச் சடுதிமாற்றம் உண்டாக்கினார்கள். சடுதிமாற்றம் பெற்ற செடியில் பெரிய மலர், அதிகமான புல்லி இதழ்களுடன் (petals) காணப்பட்டது. ஆனால் குரோமோசோம் எண்ணிக்கையில் எவ்விதமான மாற்றமும் ஏற்படவில்லை.

சடுதி மாற்ற வீதம் (Mutation rate): முதிர்ந்த திசுக்களில் இயற்கையான சடுதி மாற்றங்கள் நிகழும். டிரோசோபைலாப் பூச்சியில் 10 லக்ஷத்திற்கு ஒரு பூச்சியில்தான் இயற்கையின் சடுதிமாற்றம் நிகழுகிறது. மக்காச்சோளத்தில் 10 லக்ஷம் செடிகளில் 492 செடிகளில் சடுதி மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. ராகியில் (Eleusine coracana) இரண்டு லக்ஷம் செடிகளில் மூன்று செடிகளில் மட்டுமே சடுதி மாற்றங்கள் ஏற்படும். ஆன்டர்ஹினம் (Anterrhinum) என்ற செடியில் பார் (Baur) என்பவர் 5 முதல் 7 சதம்வரை சடுதி மாற்றங்கள் ஏற்படும் எனக் கண்டார்.

சடுதி மாற்றங்கள் எப்பொழுதும் விஞ்சு தன்மைப் பண்பிலிருந்து (Doninant) அடங்கு தன்மை (Recessive) பண்பிற்கு மாறுகிறது. இது மீண்டும் விஞ்சும் தன்மைக்கு மீள்கிறது டிரோசோபைலாப் பூச்சியில் சடுதி மாற்ற வீதம் அதன் வயது, பால் (Sex), ஊட்டம், வெப்பநிலை ஆகியவற்றைப் பொறுத்தது. அதனால், குறிப்பிட்ட பண்புகள் உயிரினத்தின் புற அமைப்பியல் செயலியல் பண்புகளைப்போல் பரிணும மாறுதல் விதிகளுக்கு உட்பட்டது. (ஸ்டெப்பின்ஸ் Stebbens)

சடுதி மாற்ற வீதம் வெப்பநிலை அதிகரித்தால் அதிகமாகிறது. ஜீன்களுக்கு அருகில் வேதி மாற்றங்கள் அதிகரித்தலாலும், மூலக்கூறுகளுக்கிடையே ஏற்படும் அதிர்வுகளினாலும் சடுதி மாற்ற வீதம் அதிகமாகிறது. சேகரித்து வைத்த பழைய விதைகளில் புதிய விதைகளைவிடச் சடுதி மாற்ற வீதம் அதிக

மாக உள்ளது. குளிர்சாதனத்தில் (Refrigerator) வைத்த நெல்லிலும் சடுதி மாற்றம் நிகழ்ந்துள்ளது. முதிர்ந்த முளைக்கும் செல் சடுதி மாற்றத்திற்கு ஈடு கொடுக்கிறது. எனவே, வறண்ட விதைகளிலும் கதிர்வீச்சினால் சடுதி மாற்றம் உண்டாக்கலாம்.

சடுதி மாற்றமும் பரிணமமும்

(Mutation and Evolution)

நவீனகாலப் பரிணமக் கருத்தில் சடுதி மாற்றத்திற்குப் பெரும் பங்கு அளிக்கப்படுகின்றது. உயிரினங்களில் காணப்படும் வேறுபாடுகளுக்குச் சடுதி மாற்றங்கள் மிகவும் முக்கியமான காரணங்கள். இவை பாரம்பரியம் தோறும் கைவரப் பெறுகின்றன. சடுதி மாற்றத்தினால் உண்டாகிய மாறுதல்கள் பாரம்பரியமாக்கப் பெறுவதால் இவை குவிந்து சிறந்து, புதிய இனம் உண்டாவதற்குக் காரணமாயுள்ளது.

உயிரினங்களில் சடுதி மாற்றங்கள் நிகழ்ந்தவண்ணம் இருக்கின்றன. அவ் வித மாற்றங்கள் பின்வரும் சந்ததிகளிலும் காணப்படுகின்றன. மாற்றங்களை இயற்கை தேர்வு செய்கிறது. பயனுடைய மாற்றங்கள் பல சந்ததிகளிலும் தொடர்ந்துவந்து குவிந்து புதிய இனத்தை உண்டாக்குவதற்குக் காரணமாக உள்ளன.

சடுதி மாற்றத்தினால் பெரிய கடலை (Cicer gigas), பெரிய வேர்க்கடலை (Arachis hypogea var, gigantea) E C. 3735 என்ற ராகி இனம், GEB 24 என்ற நெல் இனம் முதலியவை உண்டாயின.

19. இனத் தோற்றம்
(Origin of Species)

இனம் எவ்வாறு தோன்றியது என்று ஆராயுமுன் இனம் என்றால் என்ன என்பதற்கு விளக்கம்தர முயலுவோம். இதற்குப் பல அறிஞர்கள் பலவிதமான விளக்கங்கள் தந்துள்ளனர்.

1 ஷல் (Shull): ஒரே மாதிரியான கையிருப்பு (Stock) ஜீன்களின் கலக்கும் வாய்ப்புடைய உள்ளாற்றல் (Potential) பெற்ற உயிரினங்களின் தொகுதிக்கு இனம் என்று பெயர்.

2. டாக்டர் டேட் ரீகன் (Dr. Tate Regan): ஒரு சமுதாயம் அல்லது தொடர்புடைய சமுதாயத்திற்கு இனம் என்று பெயர். இவ் வினத்தில் காணப்படும் புற அமைப்பியல் பண்புகள் திறமையான வகைப்பாட்டியலறிஞரின் (Taxonomist) கருத்துப்படி, ஒரு குறிப்பிட்ட பெயர்சூட்டும் தகுதிபெற்றவை. இக் கருத்தினை கேட்ஸ் (Gates 1948), ஸ்டர்டெவன்ட் (Sturtevant 1942) என்ற அறிஞர்கள் ஆதரித்தனர்.

3. டாக்டர் ஜூலியன் ஹக்ஸ்லி: இனம் என்பது புவியியல் தன்மையின்படி விளக்கக் கூடியது. இதன் உறுப்புக்கள் கலவையில் ஈடுபடுபவை; அல்லது கலவியில் ஈடுபடக்கூடிய உள்ளாற்றல் பெற்றவை. இது இயற்கையில் தாராளமாகக் கலவியில் ஈடுபட இயலாதது; தொடர்புடைய தொகுதிகளில் வளத்துடன் கலக்க இயலாதது. அவற்றிலிருந்து நிலையான புற அமைப்பியல் மாறுதல்களைப் பெற்றது.

4. டி. டாப்ஸான்ஸ்கி: பரிணாமப் போக்கின் ஒரு நிலையில் உண்மையாக அல்லது உள்ளாற்றலோடு கூடிய இனக் கலவையின் தொகுதிகள் பிரிந்து ஒதுங்கி, வாழ்வியல் முறையில் இனக் கலவை செய்யாத ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட தனி அணிகளாகப் பிரியும், ஒவ்வொன்றும் ஓர் இனம் எனப்படும்.

உயிரினக் கூட்டங்களுக்கிடையே ஜின் பரிமாற்றம் (Exchange of genes) ஒன்று அல்லது பலவும் சேர்ந்த இனப்பெருக்கு

ஒதுக்கீட்டுச் செயல்முறைகளினுல் (Reproductive isolating mechanisms) வரம்பிற்குட்பட்டு அல்லது தடுக்கப்பட்டுள்ளவை களே இனம் எனப்படும். சுருங்கக் கூறின் இனம் என்பது சிறந்த மெண்டலியன் கூட்டமாகும். உயிரினங்களுக்கிடையே இனப் பெருக்கு ஒதுக்கீட்டால் இனம் என்ற நிலையை அடைவது உயிரியல் முக்கியத்வம் வாய்ந்தது. இந்த நிலையில்தான் பரிணும விரிவு (Evolutionary divergence) மீளாத்தன்மை (Irreversible) எய்துகிறது. எனவே, இனம் என்பது நிலைத்தவொரு அலகு (unit) அல்ல; ஆனுல் அது பரிணும விரிவின் ஒரு நிலையே ஆகும்.

இனப்பெருக்கு ஒதுக்கீட்டின் வளர்ச்சியே இனம் உண்டாவ தற்குரிய அடிப்படைக் காரணமாகும். இக் கருத்தினை ஆதரித்த அறிஞர்கள், பேட்ஸ் (Bates 1949), பார், டிமஃபீஃப்—ரெஸ்ஸோ வ்ஸ்கி (Baur and Timofeeff-Ressovsky 1943) டார்லிங்கடனும் மாதர் (Darlington and mather) என்பவரும், ஹக்ஸ்லி (1942). பேடர்ஸன் (Patterson 1942), ஸிம்ப்ஸன் (1943), ஸ்டெப்பின்ஸ் 1950) முதலியவர்கள்.

மேற்கண்ட விளக்கங்களை ஆராய்ந்து பார்க்கும் பொழுது இனம் என்பதற்குக் கீழ்க்காணும் பொதுப் பண்புகள் அமைந் திருக்க வேண்டும் என்பது தெளிவாகிறது.

1. ஒரே தோற்றமுடைய புவியியல் வியாபகத்தைக் (Distribution) கொண்டிருக்க வேண்டும்.

2. தொடர்புடைய தொகுதிகளிடையே குறிப்பிட்ட புற அமைப்பியல் பாரம்பரிய வேற்றுமைகளை உடையவை.

3. தொடர்புடைய தொகுதிகளிடையே படிமுறை வரிசை (intergradation) இல்லாதிருத்தல் வேண்டும்.

இனம் என்பது பெரும் உயிரினக் கூட்டங்களிலிருந்து படிப்படியான வேறுபாடுகள் விரிவடைவதால் உண்டாகிறது. இனம் உண்டாகும்போது வாழ்வியல் அமைப்பியல் வேறுபாடு கள் அவசியம் உண்டாகும். தொடர்ச்சியாகவுள்ள உயிரினக் கூட்டத்தைத் தொடர்பற்ற சிறு அலகுகளாகப் பிரிப்பதே இனத் தோற்றத்தின் முக்கியமான அம்சமாகும் உயிரினங்களில் காணப்படும் பல்வேறுவிதமான மாறுபாடுகள், அவைகள் ஒரே வாழ்விடத்தில் வாழ்வதால் ஏற்பட்ட தக அமைவுகளினுல் தோன் றியவைகளாகும். ஒரேவிதமான வாழ்விடத்தில் மாறுபட்ட பல விதமான தாவரங்களும் விலங்குகளும் வாழ்ந்து வருகின்றன.

இனத் தோற்றத்திற்கு இயற்கையில் காணும் பல தடைகள் உதவுகின்றன. இனங்களுக்கு இடையேயுள்ள தடைகள் ஒதுக் கீட்டுச் செயல்முறைகள் (Isolating mechanisms) எனப்படும்.

இவற்றை வெளித்தடைகள் (External barriers) என்றும் உள் தடைகள் (Internal barriers) என்றும் இருபெரும் பிரிவுகளாகப் பிரிக்கலாம்.

ஒதுக்கீடுகளின் வகைபாடு

I. இடத்திற்குரிய ஒதுக்கீடு (Spatial Isolation)
II. செயலியல் ஒதுக்கீடு (Physiological Isolation)

வெளித் தடைகள்

A. பெற்றோர் இனங்களுக்கிடையேயுள்ள தடைகள்
(Barriers between the parental species)

1. சூழல்—புவியமைப்பியல் ஒதுக்கீடு
(Eco-geographical isolation)
2. சேர்ந்து வாழும் வகைகளைச் சூழ்நிலையால் பிரித்தல்
(Ecological separation of sympatric types)
3. காலநிலை, பருவநிலை ஒதுக்கீடு
(Temporal and seasonal isolation)
4. செயல்முறை ஒதுக்கீடு
(Mechanical isolation)
5, கருத்தரிதல் தடை
(Prevention of fertilization)

உள் தடைகள்

B. கலப்புயிரிகளில் காணும் தடைகள்
(Barriers in the hybrids)

1. பிழைக்காத அல்லது நலிந்த கலப்புயிரிகள்
(Hybrid inviablity or weakness)
2. கலப்புயிரியில் பூக்கத் தவறுதல்
(Failure of flowering in the hybrids)
3. ஜீன், குரோமோஸோம்களினால் கலப்புயிர் மலடு
(Hybrid sterility due to gene and chromosome)
4 பிழைக்காதனவும், நலிந்தனவுமாகிய F^2 சந்ததியும், அதன் பின்னர் பிரிந்தொதுங்குவதும்.
Weak and inviable F_2 and seggregation after)

I. இடத்திற்குரிய ஒதுக்கீடு: இத்தகைய இடத்திற்குரிய ஒதுக்கீடு உடைய உயிரினங்கள் நாம் அறிந்த வகையில் தனியான அல்லது மாறுபட்டனவைகளாகப் பிரியாதவண்ணம் பல காலம்வரை நிலைத்திருக்கும். குறிப்பிட்ட வியாபகமுள்ள இனத்தைச் சேர்ந்த உயிரினங்களை ஃபெர்னால்ட் (Fernald 1929, 31) கேய்ன் (Cain 1944) போன்ற அறிஞர்கள் குறிப்பிட்டுள்ளார்கள். இவ் வினங்கள் பல்லாயிரக்கணக்கான ஆண்டுகளாகக் குறிப்பிட்ட இடங்களில் ஒதுக்கீடு செய்யப்பட்டுள்ளன. கண்டங்களுக்கிடையே (Continents) இவ்விதமான ஒதுக்கீடு மிகவும் முக்கியமானது.

2. புவியியல் ஒதுக்கீட்டு இனங்கள்: (Geographical isolating Species) இடத்தால் பிரிக்கப்பட்டுள்ள இனங்களும் (Spatial isolating species), அருகே உள்ள இடத்தில் காணும் தங்களுடைய உற்ருரிடமிருந்து சூழ்நிலை, புவியியல் தடைகளால், பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஏனெனில், வெவ்வேருன புவியியல் இடங்களில் வெவ்வேறுவிதமான காலநிலை, சூழ்நிலைகள் அமைந்துள்ளன.

பிளாடனஸ் ஆக்ஸிடென்டாலிஸ் (Platanus occidentalis) கிழக்கு ஐக்கிய அமெரிக்காவில் (Eastern united States) காணப்படுகிறது. பிளாடனஸ் ஒரியன்டாலிஸ் (Platanus orientalis) கிழக்கு மத்திய தரைக்கடல் பகுதியில் (Eastern Mediterrannean) காணப்படுகிறது. இவ்விரு இனங்களுக்கும், பூவிலும் மற்ற உறுப்புக்களிலும் குறிப்பிட்ட வேற்றுமைகள் உள்ளன. இவ் வினங்களில் காணும் மாறுபாடுகளுக்குப் புவியியல் ஒதுக்கீடு மட்டும் காரணம் ஆகாது. ஐக்கிய அமெரிக்காவில் காணப்படும் காலநிலையும், மத்திய தரைக்கடல் பகுதியில் காணும் காலநிலையும் மிகவும் வேறுபாடு உடையன. அதனுல் இவ்விரு இனங்களும் ஒன்ருக வாழ்ந்து ஜீன்பரிமாற்றம் செய்ய வழியில்லை. எனவே, இவையிரண்டும் சூழ்நிலை ஒதுக்கீட்டுத் தடைகளால் தனியாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன.

மாறுபாடான புற அமைப்பியல் பண்புகளுடைய தாவரங்கள் ஒரே மாதிரியான காலநிலைச் சூழ்நிலை அமைந்த வெவ்வேருன பகுதிகளில் வாழ்வதைக் காண்கிறேம். உதாரணமாக, கடல்பா ஓவேடா (Catalpa ovata) என்ற தாவர இனம் சைஞவிலும், கடல்பா பிக்னேனியாய்டிஸ் (Catalpa bignionoides) என்பது கிழக்கு ஐக்கிய அமெரிக்காவிலும் வாழ்கின்றன.

ஒரே இடத்தில் கலவைக்கு அனுகூலமானதாக வாழ்ந்து வரும் இரு உயிரினங்களுக்கிடையே செயற்கைமுறையில் வளமுடைய கலப்புயிரிகளை (hybrids) உண்டாக்க இயலும். ஆனுல், அவற்றிடையேயுள்ள சூழ்நிலைத் தேவை வேறுபாடுகளால் இயற்

கையில் கலப்புயிரிகள் உண்டாவதில்லே. இந்த உதாரணத்திலி ருந்து இனப்பெருக்கு ஒதுக்கீட்டுடன் மற்ற காரணங்களினுலும் இனங்கள் தோன்ற முடியும் என அறிகிருேம்.

3. சூழ்நிலே ஒதுக்கீடு : டிராடென்ஸ்கான்ஷியா கானலி குலேடா (Tradescentia canaliculata) என்ற செடி மலேயுச்சிகளி லும், டி. சப் ஆஸ்பெரா (T. sub-aspera) என்ற செடி மலேயடி வாரத்தில் உள்ள காடுகளின் நிழலிலும் வளருகின்றன. இவ்விரு இனங்களும் ஒரே புவியியல் பிரதேசத்தில் வெவ்வெருன மண், ஈரம் முதலிய வாழ்விடக் காரணிகளில் வாழ்கின்றன. வாழ்விட ஒதுக்கீட்டினுல் (Habitat isolation) இவ்விரு இனங்களும் உண் டாயின.

கலிபோர்னியாவில் ஸீனுன்தஸ் திர்ஸிஃபுளோரஸ் (Coenanthus thyrsiflorus) நல்ல மண்ணியல், ஈரச் சூழலில் வளரு கின்றது. ஆனுல், ஸீ பேபில்லோஸஸ் (C. papillosus) வறண்ட வளமிலா மண்ணில் வளருகிறது. இவ்விரு இனங்களும் வெவ் வேறு சூழ்நிலே ஒதுக்கீட்டால் (Ecological isolation) ஏற்பட்டன.

4. பருவநிலே ஒதுக்கீடு (Seasonal isolation): குறை கலப்புயிரி மலடு (incomplete hybrid sterelity), இவற்றை உறுதிப்படுத்த ஏற்பட்ட உபச் செயல்முறையே (additional mechanism) சூழ்நிலே ஒதுக்கீடு ஆகும்.

பருவநிலே ஒதுக்கீடு : இரு வெவ்வேருன பூக்கும் காலங்களி ஞல், இரு தாவரத் தொகுதிகள் இரு தனி இனங்களாகப் பிரிந் துள்ளன. லாக்டுகா கானடென்ஸிஸ் (Lactuca canadensis) லா. கிராமினிஃபோலியா (L. graminifolia) என்ற இரு இனங் களும் ஒன்ருக வளரும். ஆனுல், லா. கிராமினிஃபோலியா முன் வசந்தத்தில் (Early spring) மலரும். லா. கானடென்ஸிஸ் கோடை யில் மலரும். எனவே, மலரும் கால வேறுபாட்டால் இனப் பெருக்கு ஒதுக்கீடு ஏற்பட்டு, இரு இனங்களும் கலக்க வாய்ப் பில்லாது தனித்தனி இனங்களாகத் திகழுகின்றன. பருவநிலே ஒதுக்கீடு, சூழ்நிலே, புவியியல் ஒதுக்கீடுகளே உறுதிப்படுத்து வதற்காக ஏற்படும்.

5. இயங்குமுறை ஒதுக்கீடு (Mechanical isolation): இம் முறை சிறப்பாக ஆஸ்கிலபியடேசி, ஆர்கிடேசீக் (Asclepiadaceae, Orchidaceae) குடும்பங்களேச் சேர்ந்த பூக்களில், நன்ருகக் காணப் படுகிறது. ஆஸ்கிலபியடேசீக் குடும்பத்தில் குறிப்பிட்ட பூச்சி யினத்தால்தான் மகரந்தச் சேர்க்கையுறச் செய்ய முடியும். தேனேப் பருகவரும் பூச்சியின் கால்களில் மகரந்தத் திரள் (Pollinium) ஒட்டிக்கொண்டு, சூலகமுடியில் சேர்க்கப்பட்டு, மகரந்தச் சேர்க்கை பூர்த்தியாகும். ஒரே சிறப்பினத்தில் (Genus) உள்ள பல இனங்

கள் மகரந்தத் திரளிலும் சூலகமுடியிலும் (Stigma) உருவத்தில் வேறுபட்டுள்ளன. இவ் வேறுபாடுகளினுல் ஓர் இனத்தின் மகரந்தத் திரள் மற்ருேர் இனத்தின் சூலகமுடியில் சேர்ப்பது இயலாத காரியமாகிறது. பல்வேறு இனங்களைச் சேர்ந்த தாவரங்கள் ஒன்ருக ஒரே இடத்தில் வாழ்ந்து வந்தாலும், இரு இனங்களுக்கிடையே கலப்புப்பயிர் முறை நடைபெறுவது அரிது. எனவே, இயங்குமுறை ஒதுக்கீடு தனித் தாவரத்தின் இனப்பெருக்கு ஆற்றலை ஒதுக்கிவிடுகிறது. இதனுல், இனத்தின் தனித்தன்மை காக்கப்படுகிறது

கருவுறுதலைத் தடுத்தல்: புகையிலையில் (Nicotiana kostaff 1943) நெருக்கமாக வளர்ந்துள்ள தொடர்புடைய இனங்களில் மகரந்தக் குழாய் (Pollentube) வளராததினுல் கருத்தரிப்பது தடைபடுகிறது. இதனுல் இரு இனங்களுக்கிடையே நடைபெறும் கலவை தடுக்கப்பட்டு இனங்களின் தனித்தன்மை பாதுகாக்கப்படுகிறது.

ஊமத்தையில் (Datura Buchholz williams and Blackslee 1935) ஓர் இனத்தைச் சேர்ந்த பூவில் உள்ள மகரந்தக் குழாய் அதே இனத்தைச் சேர்ந்த மற்ெருரு பூவின் சூலகத்தண்டில் (Style) வேகமாக வளர்ந்து கருத்தரித்தலுக்கு உதவுகிறது. ஆனுல், வேருேர் இனத்தைச் சேர்ந்த பூவில் உள்ள மகரந்தம் மற்ருேர் இனத்தின் பூவில் உள்ள சூலகமுடியை (Stigma) அடைந்தால், மகரந்தக் குழாய் சூலகமுடியில் வெடித்துக் கருத்தரிக்காமல் போகிறது.

உள் தடைகள்

B. **கலப்புயிரிகளில் காணும் தடைகள் நலிந்த அல்லது பிழைக்காத கலப்புயிரி**: இரு வேறு இனங்களின் கேமீட்டுகள் (Gametes) இணைந்து உண்டாகிய கலப்பின ஸைகோட் (Zygote) இயல்பான கருவை (Embryo) உண்டாக்கிப் புதிய கலப்புயிரியாக மாருமல் இருத்தலுக்குப் பிழைக்காத கலப்புயிரி என்று பெயர். இதற்கு இரு கேமீட்டுகளில் உள்ள குரோமோசோம்களுக்கிடையே (chromosomes) வளரும் கருவிடையே, அதைச் சூழ்ந்த எண்டோஸ் பெர்மிற்கிடையே (Endosperm) ஏற்படும் இணக்கமின்மை (incompatibility) காரணமாக இருக்கலாம்.

லைனம் பெரெனி	×	லைனம் ஆஸ்டிரியாகம்
(Linum Perenne)		(Linum austriacum)
ஆண்		பெண்

இக் கலவையில் கரு முதிர்கிறது. ஆனுல், விதையைவிட்டு வெளியே வருவதில்லை. கருவிணைச் செயற்கைமுறையில்

விதையை விட்டு வெளியே எடுத்தால் வளமுடைய F_1 கலப்புயிரி யாக வளருகிறது.

லைனம் பெரெனி பெண்	×	லைனம் ஆஸ்டிரியாகம் ஆண்

இக் கலவையிலிருந்து வளரும் விதையிலிருந்து இளம் கருவைச் செயற்கைமுறையில் எடுத்து ஊட்டக்கரைசலில் (Nutritive solution) வளர்த்தால் கலப்புயிரி உண்டாகும்.

வளமிலாக் கலப்புயிரி (Hybrid sterelity) : இது உயிரினத்தின் நலிந்த தன்மையினுல் ஏற்பட்டதல்ல. பெற்ருேரின் ஜீன் தொகுதிக்கும், (Gene compliments) கேமீட்டுகள் உண்டாகும்போது அவைகளின் வளர்ச்சிக்கும் இடையேயுள்ள இணக்கமில்லாத் தன்மையினுல் கலப்புயிரி வளமற்றதாக ஆகிவிடுகிறது. ரென்னர் (Renner) என்பவர் கேமீட், ஸைகோட் ஆகியவற்றில் வளமிலாத் தன்மையினைக் கண்டார். கேமீட் வளமின்மை (Gametic sterelity) மகரந்தம் (Pollengrain) தோன்ருமைக்கும் சூல் (Ovule) தோன்ருமைக்கும் காரணமாகிறது. மகரந்தமும் சூலும் இயல்புடையதாக இருந்தும், ஸைகோட் வளர்ச்சியடைந்து கருவையும் விதையினையும் உண்டாக்காதது ஸைகோட் வளமின்மையினுல் (Zygote sterelity) ஏற்பட்டது.

ஒதுக்கீட்டுச் செயல்முறைகளுக்கும் இனங்களுக்கு இடையேயுள்ள மாறுபாடுகளுக்கும் உள்ள உறவுமுறை The inter relationship between isolating machanisms and inter specific differences).

இனம் என்பது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட ஒதுக்கீட்டுச் செயல் முறைகளால் ஏற்பட்டது. ஒரே இனத்தினிடையே அமைந்த தனி உயிரினங்களிடையே ஏதாவதோர் ஒதுக்கீட்டுச் செயல் முறை அதிகமான அல்லது குறைந்த அளவில் அறைகுறைத் தடையாகக் (incomplete barrier) காணப்படும். சில இனங்கள் குறிப்பிட்ட ஒரே விதமான ஒதுக்கீட்டுச் செயல்முறையினுல், பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். ஒதுக்கீட்டுத் தடைகள் என்பவை பல மாறுபட்ட தனித்தனியான பாகங்களால் உண்டாக்கப்பட்டவை. அவைகள் முற்றுப் பெருவிடில், பிரிந்தொதுங்கும் கலப்பினச் சந்ததிகளில் பல விதமான இனங்களுக்கிடையேயும் தடைகள் அமைந்திருப்பதைக் காணலாம். இத் தடைகள் தற்காலிகமான முறிவை உண்டுபண்ணலாம் அல்லது இவை புதிய ஒதுக்கீட்டுத் தடைகளைப் பழமையின் அஸ்திவாரத்தின்மீது கட்டிப் புதிய இனத்தை உண்டுபண்ணலாம்.

இயற்கையாக, இனங்களுக்கிடையே அமைந்த ஒதுக்கீட்டுத் தடைகள் இனங்களை ஒரே தடவையில் தோன்றமுடியாமற் செய்கின்றன (பலமயத்தினைத் தவிர்த்து). இனங்களுக்கிடையேயுள்ள தொடர்பின்மைக்கு ஒதுக்கீட்டுச் செயல்முறைகளே காரணம்.

இரு இனங்களுக்கிடையே காணும் புற அமைப்பியல் ஒற்றுமைக்கும், ஒதுக்கீட்டுத் தடையின் செயல்முறைக்கும் கட்டுப்பாடுகள் உள்ளன. நெருங்கிய தொடர்புள்ள இனங்கள் நலிந்த ஒதுக்கீட்டுச் செயல்முறைகளினால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே, இவற்றிடையே கலப்பினங்களை உருவாக்க இயலும். தொடர்பற்ற வெவ்வேறான தாவரங்களிடையே படிப்படியான புற அமைப்பியல் ஒற்றுமைகளைக் (Morphological similarities) காணலாம். புறத் தோற்றத்தில் ஒத்துள்ள உயிரினங்களிடையே திட்டவட்டமான வேற்றுமைகளையும் காணலாம்.

ஒதுக்கீட்டுச் செயல்முறைகளின் தோற்றம் (Origin of isolating mechanisms): நாம் இதுகாறும் பலவகையான ஒதுக்கீட்டுச் செயல்முறைகளைக் கண்டோம். ஆனால், அவைகள் எவ்வாறு உண்டாயின என்று தெளிவாக அறிய முடிவதில்லை. பலவிதமான ஒதுக்கீடுகள் பலவகையான உயிரினங்களில் காணப்படுவதால் ஒதுக்கீடுகள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட விதத்தில் தோன்றியிருக்கக்கூடும் என ஊகிக்கலாம். ஒதுக்கீட்டுச் செயல்களின் தோற்றத்தைப்பற்றிப் பல அறிஞர்கள் கூறிய கருத்துக்களைக் கீழே காண்போம்.

1. **டாப்ஸன்ஸ்** கி. பி. *1941*, **முல்லர்** (Muller 1942) **மேயர்** (Mayr 1942) **முதலியவர்களின் கருத்தாவது :**

பாலினப் பெருக்கத்தின்மூலம் (Sexuel reproduction) கலவை நிகழும உயிரினங்களில் புவியியல் ஒதுக்கீடு மற்ற ஒதுக்கீட்டுத் தடைகள் அமைவதற்கு முன்பாகவே தோன்றியிருக்க வேண்டும்.

2. **பாப்காக்** (Bobcock 1947) என்ற அறிஞர் கிரிபிஸ் (Crepis) என்ற பேரினத்தின் இனங்களான கி. பேலெஸ்டினு (C. Palestina) கி. பல்ச்ரா (C. Pulchra) என்ற இனங்கள் பலவிதமான சூழ்நிலைகளில் வளருகின்றன எனக் கண்டார். இவ்வினங்களின் தோற்றத்திற்குச் சூழ்நிலைப் புவியியல் ஒதுக்கீடுகள் (Eco geographical isolations) காரணங்களாகும் என்று கருதினர்.

3. **முல்லெர்** (Muller 1940, 42): 'உயிரினக் கூட்டங்களில் நீண்ட காலமாகச் சூழ்நிலையாலும், புவியமைப்பியலாலும் ஒதுக்கீடு செய்யப்பட்டால், ஜீன் சடுதி மாற்றம் அவ் வொதுக்கீடுகளை உறுதிப்படுத்திப் புதிய இனங்களை உண்டு பண்ணுகின்றது.'

மேற்கண்ட இனப்பெருக்கு ஒதுக்கீடுகளினுல், இனங்கள் தோன்றுகின்றன. பெரும் உயிரினக் கூட்டத்திலிருந்து சிறிது சிறிதாக மாறுதலுற்றுத் தனித்தனி இனங்களாகின்றன. இங்ஙனம் தனித்தனி இனங்களாகும்போது தொடர்புற்ற இரு இனங்களிடையே ஒற்றுமைகள் இருப்பது இயல்பு. தவிர, அவற்றில் இனப்பெருக்கக் கலவி ஏற்படுதலும் உண்டு. (உ ம்.) டிராடெஸ் கான்ஷியா கானலகுலேடாவும் டிராடெஸ்கான்ஷியா சப்ஆஸ்பெரவும் தனித்தனி இனங்களாக இருந்தபோதிலும் இவற்றிடையே கலவி ஏற்படுகிறது.

ஒதுக்கீட்டுச் செயல்முறைகளுக்குக் காரணமான மரபியல் ஆய்வு (Genetic analysis of isolating mechanisms) : ஒதுக்கீட்டுச் செயல் முறைகளை உண்டுபண்ணுவதற்கு அடிப்படையான மரபியல் பொருள் (Genetic material) இனச் சமுதாயத்திலிருந்து (Species population) கிடைக்கிறது.

1. **ஹால்லிங்ஷெட்** (Hollingshead) என்பவரின் கருத்துப்படி ஒதுக்கீட்டுச் செயல்முறைக்கு ஒரு ஜீன் அடிப்படையானது.

2. **ஸ்டீபென்ஸ்** (Stephens 1948) என்பவர் கருத்துப்படி காஸிபியம் பார்பாடென்ஸ் என்ற செடியும் (Gossypium barbadens) காஸிபியம் ஹீர்ஸுடமும் (Gossipium hirsutum) கலந்து உண்டாகிய கலப்புயிரியல் இலையின் மைய நரம்பு கார்க் (Cork) பெற்றுள்ளது. இதற்கு ஆதாரமான ஜீனும் ஒதுக்கீட்டுச் செயல் முறைக்குரிய ஜீனும் ஒன்றுக்கொன்று தொடர்புடையவை (Complimentry Genes).

3. **க்ரோ** (Crou) என்பவர் ட்ரோஸோபைலா முல்லெரி (Drosophila mulleri)யும் ட்ரேஸோபைலா ஆல்டிரிச்சியும் (D. aldrichii) சேர்ந்து உண்டாகிய கலப்புயிரியில் கண்ட உண்மைகளின் மூலம் ஒதுக்கீட்டுப் பண்பு பாலிணைந்தது (Sex-linked) எனக் கண்டுபடித்துள்ளார்.

4. **டான்** (Tan) என்பவர் ட்ரோஸோபைலா சூடோ ஆப்ஸ்கூரா (D.Pseudo obscura) பூச்சியும் ட். பெர்ஸிமிலிஸ் (D.persimilis) பூச்சியும் கலந்து உண்டாகிய கலப்புயிரிச் சோதனைகளிலிருந்து ஒதுக்கீட்டுச் செயல்களுக்கு ஆதாரமான ஜீன்கள் எல்லாக் குரோமோஸோம்களிலும் பரவியுள்ளன எனக் கண்டுபிடித்தார்.

இனப்பெருக்கு ஒதுக்கீடு இரு ஜோடி பாலினப் பெருக்கு அயல் கருவுறும் இனங்களில், அவ் வினங்களின் தொடர்புடைய ஜீன் தொகுதிகளினுல் ஏற்படுகிறது. ஓர் ஒதுக்கீடு உண்டாவதற்குக் குறைந்தபட்சம் இரு ஜீன்கள் தேவை. பிழைக்காத கலப்புயிரியும் (Hybri Inviablity), கலப்புயிரி வளமின்மையும் (Hybrid

sterelity) ஜீன் தொகுதிகளினால் ஏற்படுகின்றன. இனப் பெருக்கு ஒதுக்கீடு ஏற்பட்டவுடன் அதை இயற்கைத் தேர்வு பூர்த்தியாகும் அளவிற்கு உறுதிப்படுத்திப் புதிய இனத் தோற்றத்திற்கு வழி வகுக்கிறது.

கலப்புயிரிகளும் இனத்தோற்றமும் (Hybrids and Origin of (species) பிரைமுலா வெர்டிஸில்லேடாவும் (Primula verticillata) பி. ஃப்ளோரிபண்டாவும் (P. floribunda) கலக்கும்போது உண்டாகக்கூடிய F_1 கலப்புயிரி முற்றிலும் வளமற்றதாக உள்ளது. இதற்குக் காரணம், இது குன்றல் பகுப்பின்போது (Meiosis) இளப்பமாக இயைந்த (Loosely associated) இரட்டைக் குரோமோசோம்கள் (Binalent chromosomes) ஆகின்றன. குரோமோசோம் வளமிலாத் தன்மையினால் கலப்புயிரி வளமுடையதாக உண்டாவதில்லை.

ஆனால், வளமில்லாத F_1 கலப்புயிரியின் குரோமோசம் எண்ணிக்கையை வேற்றுப் பலமய முறையில் (Allopolyploidy) இரட்டிக்கும்போது, வளமுடைய புதிய இனமான பிரைமுலா கீவென்ஸிஸ் (Primula kewensis) உண்டாகிறது. இவ் வுண்மையினை நியூடனும் பெல்யூவும் (Newton and Pellew 1929) அப் காட்டும் (Up cott 1939) கண்டுபிடித்தார்கள்.

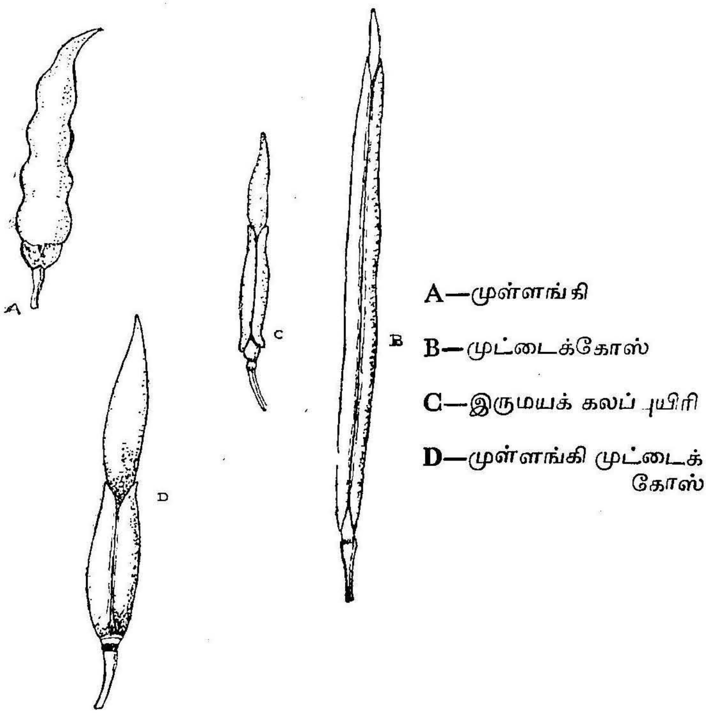
கலப்புயிரியினால் புதிய இனம் உண்டாவதற்கு மற்றோர் உதாரணமும் கூறலாம். மெக்ஸிகோ, (Mexico), கௌதமாலா (Goutemala) ஆகிய நாடுகளில் காணும் ஸியா மெக்ஸிகானா என்னும் செடி மக்காச்சோளத்திற்கு (Zeamays) நெருங்கிய உறவுடையது. இன்றுள்ள மக்காச் சோளம் ஸியா மெக்ஸிகானாவைத் தொடர்ந்து பயிரிட்டதினால் உண்டாகியிருக்கலாம். ஆனால் மங்கெல்ஸ டார்ஃப் என்பவரும், ரீவ்ஸ் (Mangelsdorf and Reeves) என்பவரும் கீழ்க்காணும் கருத்தினைத் தந்துள்ளனர்.

'இன்று காணும் மக்காச் சோளம் ஸியா மெக்ஸிகானா என்ற செடியிலிருந்து உண்டாகவில்லை. அது ஸியா மெக்ஸிகானாவும் டிரிப்சாகம் (Tripsacum) என்ற செடியும் சேர்ந்து உண்டான கலப்புயிரி ஆகும். மக்காச் சோளத்தின் மூதாதை மைய, தென் அமெரிக்காவில் இயற்கையாகக் காட்டுச் செடியாகக் (wild species) காணப்பட்டிருக்கும். இக் காட்டுச் செடியும் டிரிப்ஸாகமும் கலந்து கலப்புப் பயிரின முறையில் இரு புதிய இனங்களை உண்டாக்கின. ஒன்று இன்று காணும் ஸியா மெக்ஸிகாச் செடி; மற்றொன்று இன்று நம்மிடையே உள்ள மக்காச்சோளம்.

பலமய முறையில் புதிய இனம் தோன்றுதல் (Polyploidy as a method of origin of new species)

முள்ளங்கி		முட்டைக்கோஸ்
Raphanus sativus	×	Brassica oleracea
(2n = 18)		(2n = 18)

முள்ளங்கியிலும் முட்டைக் கோஸிலும் ஒரே எண்ணிக்கையில் (2n = 18) குரோமோசோம்கள் இருப்பதால், இவை சிரமத்துடன் கலக்கின்றன. முள்ளங்கியிலிருந்து 9 குரோமோசோம்களும் (n = 9), முட்டைக்கோஸிலிருந்து 9 குரோமோசோம்களும் (n = 9)



படம். 69.

கொண்ட இரு கேமீட்கள் உள்ளன. குன்றல் பகுப்பின்போது இவற்றின் குரோமோசோம்கள் இணையத் தவறுவதால், அசாதாரணமான பகுப்பு (abnormal division) ஏற்படுகிறது. அதனால் இவற்றிலிருந்து உண்டான ஸ்போர்கள் சிதைந்துவிடுகின்றன. இது இனக் கலப்புயிரி வளமின்மைக்கு (inter-hybrid sterelity)

உதாரணமாகிறது. ஆனால், சில செல்களில் மட்டும், குரோமோசோம்கள் இயல்பாக இரட்டித்துச் சில விதைகளை உண்டுபண்ணுகின்றன. இதிலிருந்து 36 குரோமோசோம்கள் கொண்ட 'முள்ளங்கி முட்டைக்கோஸ்' (Raphanobrassica) என்ற புதிய இனம் உண்டாயிற்று. இப் புதிய இனம் முற்றிலும் வளமுடையது, இதன் பண்புகள் பல சந்ததிகளிலும் தொடர்ந்து காணப்படுகின்றன. இது உருவத்தில் பெரிதாகவும், முள்ளங்கி முட்டைக் கோஸிற்கு இடைப்பட்ட பண்புகளுடையதாகவும் உள்ளது. எனவே இது தனித்ததொரு இனமாகக் கருதப்படுகிறது.

சடுதி மாற்றமும் புதிய இனத் தோற்றமும் (Maltanation and origin of new species) : சடுதி மாற்றம் எல்லா உயிரினங்களிடையேயும் ஒரே சமயத்தில் ஏற்படுவதில்லை. சடுதி மாற்றத்தினால் தோன்றிய புதிய பண்பு அதன் சந்ததிகளிலும் கைவரப் பெறுகிறது. சடுதி மாற்றத்தினால் தோன்றிய புதிய பண்பு தீமை விளைவிப்பதாக இருந்தால், இயற்கைத் தேர்வு அதை நீக்கிவிடும்; நன்மை பயப்பதாக இருந்தால் பின்வரும் சந்ததிகளிலும் காணப்படும். இப் புதிய பண்புடைய உயிரினங்களின் நிகழ்விரைவு (Frequency) அதிகரிக்கும்போது ஒரு புதிய இனம் உண்டாகிறது.

20. நவீனமான பயிரிடும் முறைகளும் பயிர்களின் முன்னேற்றமும்

(Modern methods of plant breeding and improvement of crop plants)

முன்னுரை

காட்டில் வசித்த முதல் மனிதன் அங்குக் கிடைத்த கனி கிழங்குகளை உண்டு வாழ்ந்தான். இதனால் அவனுக்குப் பசி என்னும் உணர்வு தோன்றியபோதெல்லாம், உண்பதற்கு உதவும் கனி கிழங்குகளைத் தேடி அலையவேண்டியிருந்தது. அதனால் உண்ண விரும்பும் கனி கிழங்குகளுடைய தாவரங்களைத் தான் வாழுமிடங்களுக்கருகே கொண்டுவந்து வளர்க்க ஆரம்பித்தான். காட்டு மனிதனாக இருந்தவன், பயிரிடும் முறையை அறிந்தபின் நாகரீகமான விவசாயி ஆகிறான். இது அவனது நாகரீகப் பரிணும முன்னேற்றத்தில் (Evolution in civilization) ஒரு பெரும் திருப்பம் ஆகும். மனிதனது நாகரீகம் வளர வளர, அவனது தேவைகளும் வளர ஆரம்பித்தன. அதனால் உணவிற்காக மட்டுமன்றி, உடைக்காகவும் மருந்துக்காகவும், மனிதன் தாவரங்களையே நம்பி வந்தான். தேவைகள் வளர, வளர அவன் தாவரங்களின் மேல் அதிகக் கவனம் செலுத்திப் பயிரிட ஆரம்பித்தான். மனிதனது முயற்சியால் பல பயிர்களையும் பயிரிடுவதோடு, அவற்றைச் சிறந்தமுறையில் தனக்கேற்ற வகையில் பலன் தருமாறு மாற்றி அமைத்துக்கொண்டான். அதன் விளைவே பலவிதமான புது முறைத் தாவரப் பயிரிடும் முறைகள் நாடுகள்தோறும் காணப் பட்டன.

இந்தியா, எகிப்து, சைனு முதலிய நாடுகளில் மிகப் பழங்கால முதற்கொண்டே நல்ல தாவர வகைகளைப் பொறுக்கி எடுத்துப் பயிராக்கும் முறை கையாளப்பட்டது. பழங்காலத்தில் வாழ்ந்த அஸ்ஸீரிய நாட்டு அரசர்கள் (Assyrian kings) பேரீச்ச மரங்களில் (Phoenix dactylifera) மகரந்தச் சேர்க்கை உண்டுபண்ணிப் புதிய இனங்களைத் தோற்றுவித்தனர் என அறிகிறோம். நவீனப் பயிரிடும் முறையில் இயற்கையாக உள்ளதை முன்னேறச் செய்வதும் புதிய இனங்களை உண்டாக்குவதுமான இருவழிகள் உள்ளன. இதற்கான பல வழிகளைப் பின்வரும் தலைப்புக்களில் காண்போம்.

1. கூட்டத்தேர்வு (Mass selection): மனிதன் பயிரிட்டுப் பழகியதிலிருந்து இம் முறையைக் கடைப்பிடித்து வந்திருக்கிறான். பயிரிடும் நிலத்தில் உருவத்தில், செழிப்பில் சிறந்த தாவரத்தைத் தேர்ந்தெடுத்து அதிலிருந்து சிறந்த பண்புகளைக் கொண்ட வித்துக்களைத் தேர்ந்தெடுக்கவேண்டும். இம்முறையில் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் விதையின் வெளித்தோற்றத்தையே நம்பித் தேர்ந்தெடுக்கிறோம். இம்முறையில் உள்ள குறைகளாவன: இதே முறையைத் தொடர்ந்து பல தலைமுறைகளில் கையாள வேண்டும்; இன்றேல் பயிர்களின் தரம் குறைய வாய்ப்பு உள்ளது. பெரும்பாலான பயிர்கள் மாற்றுப் பண்புடையவை (Heterozygons). எனவே கூட்டத்தேர்வு முறை சில தலைமுறைகளுக்குப் பிறகு விரும்பிய பலனை அளிக்காமல் பயனற்றுப் போய்விடக் கூடும்.

1869ஆம் ஆண்டு ஹாலெட் (Hallet) என்பவர் நல்ல சூழ்நிலைக் காரணிகளில் சிறந்த வளர்ச்சி யெய்திய பயிர்களைத் தேர்ந்தெடுந்தார்;

ரிம்பா (Rimpau) என்பவர் பயிர்களுக்கு வேண்டிய தேவைப் பொருள்களை மிகக்குறைந்த அளவில் கொடுத்து, அச்சூழலில் நன்ருக வளர்ந்த பயிர்களைத் தேர்ந்தெடுத்து, அதிலிருந்து மற்ற தாவரங்களைப் பெருக்கிக் கொண்டார்.

2. மரபுவழித் தேர்வு (Pedigree selection): மேலே கூறிய கூட்டத் தேர்வில், வெளித்தோற்ற அமைப்புக்களையே அடிப்படையாகக்கொண்டு சிறந்தனவற்றைத் தேர்ந்தெடுக்கிறோம். ஆனுல், மரபுவழிப் பண்புகளை (Genotype) அடிப்படையாகக் கொண்டு தேர்ந்தெடுக்கும் முறையே சிறந்தது. இம்முறையில் பயிர்களை முதன்முதலில் தேர்ந்தெடுத்தவர் பிரான்ஸ் நாட்டின் லூயி டிவில்மாரின் (Lonis de Vilmorin) என்பவராவர். இவருக்குப் பிறகு ஹேய்ஸ் (Hayes) இம் முறையினைச் செம்மைப் படுத்தினுர். செம்மையுற்ற இம் முறைக்கு ஸென்ட் ஜீனர் (centgener)

முறை என்று பெயர். இதன்படி ஒவ்வொரு பயிரிலும் நூறு விதைகளை பொறுக்கியெடுத்து அவற்றைப் பயிரிட்டு, அவை களில் சிறந்த மரபுவழிப் பண்புகளையுடைய விதைகளைத் தேர்ந் தெடுக்க வேண்டும்.

3. **தனிப்பயிர் அல்லது தனிக்கால் வழிமுறை:** (Single plant or pureline method) இம்முறையால் தன் அல்லது அயல் மகரந் தச் சேர்க்கையால் வளர்ச்சி பெறும் பயிர்களையும், பாலிலா இனப் பெருக்கு முறையில் (Non-Scxual reproduction) பயிரிடும் தாவரங் களையும் அபிவிருத்தி செய்து கொள்ளலாம். இம்முறையில் கையாளவேண்டிய செயல்கள் கீழே குறிக்கப்பட்டுள்ளன.

A. **சேகரித்தல்** (Collection): பல பயிர்களிலிருந்து விதை களைச் சேகரம் செய்து அவற்றைப்பற்றிய விவரங்களைக் கீழ்க் கண்ட தலைப்புகளில் குறிக்கவேண்டும்.

(a) விதையின் பெயர், வகை முதலியன.

(b) இடத்தின் பெயர்.

(c) உயரம், காலநிலை, மழை, காற்றீரப்பசை.

(d) மண்ணின் தரம் (களிமண், சிவப்பு, கறுப்பு மண்கள், மணல் அல்லது தோட்டப்பாங்கானது)

(c) புற அமைப்பியல் பண்புகள்.

B. ஒவ்வொரு வகை விதைக்கும் ஒரு குறியீட்டு எண் (Index number) கொடுத்து, அதைப் பதிவேட்டில் (Register) குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். இவ் விதைகளிலிருந்து முளைத்த நாற்றுக்களுக்கும் இதே குறியீட்டு எண் கொண்ட சீட்டை நாற்றின் பக்கத்திலே பதித்து வைக்கவேண்டும்.

C. குறிப்புகளைப் பதிந்து கொள்ளுதல்.

ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணுள்ள பயிரில் புற அமைப்பியல் பண்புகளான நிறம், வளர்இயல்பு, தண்டு, இலை மஞ்சரிகளின் மாறுபாடுகள் பூக்கள், கனிகள், விதைகள் முதலியவற்றைப் பற றித் தெளிவாகக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். மற்றும் அள வுப் பண்புகளான (quantitative characters) பயிரின் உயரம், தண்டின் பருமன், இலைகளின் எண்ணிக்கை மஞ்சரியின் அளவு, பூக்கும் காலம், முதிரும் பருவம், அறுவடைக் காலம் முதலியவற் றையும் குறித்து வைத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

D. பெரும்பான்மையான பயிரிலிருந்து குறிப்பிட்ட பயி ரைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். மற்றும் ஒரு சில விரும்பத்தக்க பண்புகளையுடைய (desired characters) பயிர்களை யும் தேர்ந்தெடுத்து, அவற்றுக்கெனத் தனி எண் தரவேண்டும்.

அவசியமானுல் இப் பயிர்களைத் தன்மகரந்தச் சேர்க்கையுறச் செய்யவேண்டும். ஒவ்வொரு பயிரின் குறியீட்டு எண்ணேயே அவற்றின் விதைகளுக்கும் தரவேண்டும். விதைகளை வளரச் செய்து பாதுகாக்கவேண்டும்.

E. விதைகளை விதைப்பதற்கு வேண்டிய ஏற்பாடுகளைச் செய்து தனித்தனியான சிறு பாத்திகளில் விதைகளை முளைக்கச் செய்து, நாற்றுகளுக்கு அருகில் குறியீட்டு எண்ணேப் பதிக்க வேண்டும். நாற்றுக்களின் பண்புகள் தாய்த் தாவரத்தினை ஒத்திருக்கிறதா அல்லது வேறுபடுகின்றதா என்று ஆராய்ந்து ஒத்த பண்புகளையும், வேறுபடும் பண்புகளையும் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும்.

F. தற்கருவுற்றிருந்த (self fertilised) பயிர்களில் இதேவிதமாக நான்கு தலை முறைகள் ஒரே மாதிரியான பண்புகள் இருக்கும் வரை மேற்கண்ட முறையில் தேர்வினைத் தொடர்ந்து செயல்படுத்தவேணடும்.

G. விரும்பத்தகுந்த பண்புகளையுடைய பயிர்களைத் தனியாகப் பிரித்தெடுத்து அவற்றைப் பெரிய பாத்திகளில் பயிரிட்டு அவற்றின் மகசூலை ஒத்துப்பார்க்க வேண்டும். பண்புகள் சிறந்தனவாக உள்ள பயிரிலிருந்து மீண்டும் விதைகளைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். இவற்றின் விளைச்சலைக் கவனிக்க வேண்டும்.

H. நல்ல விளைச்சலைக் கொடுத்தால் அவற்றைப் பயிராக்கி, அவற்றின் விதைகளைச் சேகரம் செய்து, பாதுகாத்து விவசாயிகளுக்கு விநியோகம் செய்யவேண்டும்.

தனிக்கால் வழிமுறையில் ஒரு சிறந்த வகையினைத் தேர்ந்தெடுக்கச் சுமார் 8 ஆண்டுக்காலம் ஆகும். இம்முறையில் பல சிறந்த வகைகள் வெற்றிகரமாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுள்ளன. தனிக்கால் வழிமுறையினுல் மாற்றுப் பண்புடை தாவரத்திலிருந்து ஒரே வழித் தன்மையுடைய (Homozygous) பயிர்களை உண்டாக்கலாம். ஆனுல் இம் முறையில் பயிர்களை முன்னேறச் செய்வதற்கும் ஒரு எல்லை உண்டு. தனிக்கால் வழியினுல் தேர்ந்தெடுக்கப்பெற்ற வகையினை மீண்டும் முன்னேற்றம் அடையச் செய்ய வேண்டுமானுல் கலப்புப் பயிரின முறையையே கையாள வேண்டும்.

4. கலப்புப் பயிரின முறையால் புதிய வகைகளை உண்டாக்குதல்
(Breeding new varieties by hybridisation)

இதில் கையாளும் முறைகள் (Methods):

A. பெற்றோர்களைத் தேர்ந்தெடுத்துப் பயிரிடல்.

B. இவற்றின் மகரந்தத்தைப் பாதுகாத்தல்.

C. இருபாலிப் பூக்களில் உள்ள மகரந்தத்தாள் வட்டத்தை (Androecium) நீக்கி, சூலக முடியைப் (Stigma) பாதுகாக்க வேண்டும்.

D. மகரந்தச் சேர்க்கை நிகழ்ந்த பூக்களை அயல் மகரந்தம் அணுகாதவாறு பாதுகாக்கவேண்டும்.

இம் முறைக்கான அனுகூலமான நிலைகள்

(a) விரும்பும் பூக்களும் கனிகளும் உண்டாகுதல்.

(b) மகரந்தம் சூலக முடியில் உயிர்த்து முளைத்தல்.

(c) மகரந்தத்திற்கும் சூலக முடிக்கும் உள்ள புற அமைப்பியல் செயலில் ஒற்றுமைகள்.

(d) ஆண், பெண் பெற்றோர் குரோமோசோம்களுக்கிடையே (parent chromosomes) உள்ள இணையும் தன்மை.

இதில் உள்ள சிரமங்கள்;

(a) பெற்றோருக்கிடையேயுள்ள பருவ வேறுபாடுகள்.

(b) கருவுறுதல் நிகழாமை.

(c) மாறுதலுக்கு இடம் கொடுக்கும் தன்மை.

(d) சேர்க்கை நிகழாமை; சேர்க்கை வளமின்மையாதல். (Inter-sterelity).

பயிர்களைத் தேர்ந்தெடுக்கும் முறையில் தாவரங்களில் அமைந்துள்ள ஜீன்களில் இல்லாத புதுப் பண்புகளைக் கொண்டு வர இயலாது. தேர்வு என்பது நல்ல பண்புகளுடைய ஜீன்களைத் தனியாக்க உதவுகிறதேயொழிய, தேர்வினால் ஜீன்களின் தன்மை சிறந்ததாக மாறுவதில்லை. சிறந்தது எனக் கருதும்படியாகத் தேர்ந்தெடுத்த பயிர்களிலும், விரும்பத்தகாத பண்புகள் அடங்கு தன்மைபெற்றவைகளாக மறைந்திருந்து பின்வரும் சந்ததிகளில் வெளிப்படும். இத்தகைய பயிர்களைக் கலப்பினப் பயிர் முறையில் முன்னேற்றம் அடையும்படி செய்யலாம். மாறுபாடுகள் அதிகமுள்ள பயிர்களிலிருந்து தான் நாம் நன்றாகத் தேர்ந்தெடுக்க இயலும். உபயோகமுள்ள, நாம் விரும்பத்தகுந்த மாறுதல்கள் பல பயிர்களிலும் பரவியுள்ளன. பயிர் வளர்ப்போர்

(Plant breeders), பல பயிர்களிலும் காணப்படும் பொருளாதார முக்கியத்வம் வாய்ந்த பல பண்புகளையும் ஒரே பயிரில் சேர்ப்பிக்க முயற்சி செய்கின்றனர். இது முறையான, படிப்படையான கலப்பினப் பயிர்முறையால் சாத்தியமாகிறது. கலக்கும் பயிரினங்கள் ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்தவைகளாக இருந்தால் ஓரினக் கலப்புப் பயிர்முறை (Intra-specific hybridisation) என்று பெயர்.

உதாரணமாக புகையிலையில் ஒரே இனத்தைச் சேர்ந்த இரு வகைகள் உள்ளன. ஈஸ்ட் என்பவரும் ஜோன்ஸ் என்பவரும் (East and Jones) இரு வகைகளாக உள்ள இரு விரும்பத்தக்க பண்புகளை அவ்விரு பண்புகளுடைய தனிப் பயிர்களிரண்டையும் கலந்து ஒரு புதிய கலப்புப் பயிரினை உண்டாக்கினார்கள். அவர்கள் கண்ட ஒரு வகைப் புகையிலையில் அகலமான இலைகள் இருந்தன. மற்றொரு வகைப் புகையிலையின் இலைகள் வட்ட வடிவ முனைகளுடனும் (Rounded leaftip) காணப்பட்டன; ஆனால், இவ்விலைகள் மிகவும் சிறியனவாயிருந்தன. வட்டவடிவமான நுனிகளுடைய பெரிய இலைகளோடு கூடியதொரு புகையிலை வகை கிடைக்கப் பல கலவிகள் செய்து (Multiple crosses) இறுதியில் இவ்விரு பண்புகளையும் ஒன்றாகப்பெற்ற வகையினை உருவாக்கினர்.

ஒரே பேரினத்தைச் சேர்ந்த (Genus) இரு இனங்களிடையே நிகழும் கலவிக்கு ஈரினக் கலப்புப் பயிரி முறை (Inter specific hybridisation) என்று பெயர். கோயம்பத்தூர் கரும்பு ஆய்வு நிலையத்தில் தென்னக் கரும்பான சாறு நிறைந்த சக்காரம் அபிஷினேரத்தினையும் (Sachharum officinarum) வட இந்தியாவில் காணும் நோய் எதிர்ப்புத் திறன்பெற்ற சாறு குறைந்த சக்காரம் ஸ்பான்டேனியத்தையும் (Sachharum spontaneum) கலந்து உண்டாக்கிய புதிய கலப்புயிரி சாறு நிறைந்ததாகவும், நோய் எதிர்ப்புத் திறன்பெற்றதாகவும் உள்ளது.

காஸிபியம் ஆர்போரியம் (Gossypieum arboreum) என்ற பருத்தி வகையும், காஸிபியம் ஹெர்பேஸிபம் (Gossypium herbeceum) என்ற பருத்தி வகையும் கலந்து 'H 190 மைசூர்' என்ற சிறந்த வகையினை உண்டாக்கியுள்ளனர்.

இரு பேரினங்களைக் கலந்து உண்டாக்கும் கலவிக்குப் பேரினக் கலப்புப் பயிரி முறை (Inter generic hybridisation) என்று பெயர். கோயமுத்தூர் கரும்பு ஆய்வு நிலையத்தில் 1916ல் கரும்பையும், சோளத்தையும் கலந்து வெற்றிகரமான புதிய கலப்புயிரியைக் கண்டுபிடித்துள்ளார்கள். இதன் வாழ்வுக் காலம் இயல்பாக உள்ள கரும்பைவிடக் குறைவானது. இதேவிதமாகக் கரும்பை

யும் மூங்கிலையும் கலந்துள்ளனர். கரும்பினையும், நாணலையும் கலந்து புதியதொரு வகையினை உண்டாக்கியுள்ளார்கள். கலப்புப் பயிரி முறையில் கோவையில் உண்டாக்கிய கரும்பு வகைகள் ஆப்பிரிக்கா, அமெரிக்கா, கிழக்கு ஆசிய நாடுகளான மலேஷியா, சுமத்ரா, ஜாவா, ஆஸ்திரேலியா முதலிய உலகமெங்கிலும் உள்ள நாடுகளிலும் பயிரிடப்படுகின்றன.

சோளத்தையும், நேபியர் புல்லையும் (Napier grass) கலந்து புதிய வகையினை உருவாக்கியுள்ளனர். இக் கலப்புப் பயிரிப் புல்லில் நேபியர் புல்லில் உள்ளதைவிட 5 சதம் அதிகமான புரதமும் 12 சதம் அதிகமான சர்க்கரையும் உள்ளது. மற்றும், இப் புதிய வகைப் புல் ஈரம் குறைந்த இடங்களிலேயும் வாழ்ந்து நல்ல பலனளிக்கிறது.

5. பயிர் வளர்த்தலில் சடுதி மாற்றத்தின் பங்கு (Role of Mutation in plant breeding) சடுதி மாற்றம் என்றால் என்ன என்பதையும் அதன் தன்மை, வகைகள் முதலியவைகளைப் பற்றியும், முன்னர்க் கண்டோம். இத் தலைப்பில் சடுதி மாற்றம் சிறந்த பயிரை எவ்வாறு உண்டாக்குகிறது எனக் காண்போம். பயிர் வளர்த்தலில் தாவரங்களின் பண்புகள் மீண்டும் ஒன்றுகச் சேருவதற்கும், நல்லபண்புகளைத் தேர்ந்தெடுப்பதற்கும் சடுதி மாற்றம் வழிவகுக்கிறது. (இயற்கையில் உயிரினங்களில் எண்ணிறந்த வேறுபாடுகள் உள்ளன. மற்றும் கலப்புப் பயிரி முறையில் வேறுபாடுகள் தோன்றியவண்ணம் இருக்கின்றன) சடுதிமாற்றமும் வேறுபாடுகளைத் தோற்றுவித்துக்கொண்டேயிருக்கிறது. அதனால், புதிய வகைகளும், புதிய இனங்களும் தோன்றுவதற்குச் சடுதி மாற்றங்கள் ஆதாரமாக உள்ளன. சடுதி மாற்றத்தினால் உண்டாகும் மாறுபாடுகள் யாவும் தீமை விளைவிப்பவை. இயற்கை நன்மை விளைவிக்கும் வேறுபாடுகளையே தேர்ந்தெடுத்து அவைகளைப் பெற்ற புதிய இனங்களை உண்டாக்குகிறது.

இயற்கையாகவே, நிகழும் சடுதி மாற்றங்களை பயிர் வளர்ப்போர் கூர்ந்து கவனித்து அவைகளைப் பெற்ற பயிர்களைத் தேர்ந்தெடுத்துப் பயிராக்க வேண்டும். கலப்புப் பயிரி முறையில் இவ் விரும்பத்தக்க பண்புகளுடைய பயிர்களை உண்டாக்கவேண்டும். பெரிய கடலை (cicer gigas), பெரியவகை நிலக்கடலை (Arachis hypogea var. gigantea) போன்ற நல்ல மகசூல் தரும் வகைகள் சடுதி மாற்றத்தால் ஏற்பட்டவை. இதேவிதமாக நெல்லில் (Paddy) 'G E. B. 24' என்ற வகையும், ராகியில் 'Ragi 3735' என்ற வகையும், சடுதி மாற்றத்தினால் சிறப்புப் பண்புகளைப் பெற்று விளங்குகின்றன.

சடுதி மாற்றத்தினுல் உயிரினத்தின் மரபுவழிப் பண்பினே யும் (Genotype), புறத் தோற்றத்தையும் (Phenotype) மாற்றலாம். நவீன ஆராய்ச்சியினுல் சடுதி மாற்றப்பொருள்களினுல் சடுதி மாற் றங்களே உண்டாக்கிக் கோதுமை, ஓட்ஸ், பார்லி, சணல், வெள்ளேக்கடுகு, முதலிய பயிர்கள் அதிகரித்த மகசூலேயும், நோய்த் தடுப்புப்பெற்ற பயிர்களேயும் உண்டாக்கியுள்ளனர். உடலச் சடுதி மாற்றங்கள் (Somatic mutation) இயற்கையாக ஏற்படுகின்றன. டெல்பீனியப் பூவில் (Delphinium) ரோஜாச் சிவப்பு நிறமுடைய அல்லி இதழ்கள் (Petals) சடுதி மாற்றத்தினுல் கருஞ்சிவப்பு (Purple) நிறமாகின்றன. (டெமெரெக் Demerec); மொட்டுச் சடுதி மாற்றத்தினுல் (Bud Mutation) விதையில்லாத ஆரஞ்சுக் கனிகள் உண்டாக்கப்பட்டன.

6. பயிரிடுதலில் பலமய முறையின் பங்கு (Role of polyploidy in plant breeding) : நாம் பயிரிடும் பல தாவரங்கள் பலமய முறையில் ஏற்பட்டுள்ளன. அவற்றுள் உருளேக்கிழங்கு சர்க்கரைவள்ளிக் கிழங்கு, வாழைப் பழம், நிலக்கடலே, காபி முதலியவை தற்பலமய முறையினுல் (Autopolyploid) உண்டாகி யவை. கோதுமை, ஓட்ஸ், கரும்பு, பருத்தி, புகையிலே முதலியவை வேற்றுப் பல மய முறையினுல் (Allopolyploidy) ஏற்பட்டன.

ஈஜிலாப்ஸ் பெல்டாய்டிஸ் Aegilops peltoides (N = 4)	×	டிரைடிகம் மானேகாக்கம் (Triticum monococcum) N = 7
	↓	கலப்பு பயிரியியல் குரோ மோசோம் இரட்டிப்பாகிறது

எம்மர் கோதுமை (Emmer Wheat)
N = 14

எம்மர் கோதுமை (Emmer Wheat) N = 14	×	ஈஜிலாப்ஸ் ஸ்குவார்ரோஸா (Aegilops squarrosa) N = 7
	↓	கலப்புயிரியில் குரோமோசோம் இரட்டிப்படைகிறது.

டிரைடிகம் வல்கேர் (Triticum vulgare)
N = 21

பயிர் வளர்த்தலில் தற் பலமயமுறையைவிட வேற்றுப் பல மயமுறை முக்கியமானது. சில பயிரினங்களுக்கிடையே கலப்பு நிகழும்போது அதனால் உண்டாகிய கலப்புயிரி வளமிலாததாகக் (Sterile) காணப்படும். கலப்பினால் ஏற்பட்ட இவ் வளமில்லாத் தன்மையினை வேற்றுப் பலமய முறையின் மூலம்வளமுடைய கலப்புயிரியை (fertile hybrid) உண்டாக்கலாம். உதாரணமாக, இந்திய நாட்டுக் குட்டை இழைப் பருத்தியான (Short staple) காஸிபியம் ஹெர்பேஸியம் (Gossypium herbaceum) அமெரிக்க நாட்டு நீண்ட இழைப் பருத்தியான காஸிப்பியம் ரெய்மாண்டிஐயும் (Gosspium raimondi) கலந்து உண்டாகிய கலப்புயிரி வளமிலாத தன்மையுடையது. இக் கலப்புயிரியின் குரோமோசோம்களை இரட்டிக்கச் செய்த பின்னர் காஸிபியம் ஹிர்சுடம் (Gossypium hirsutum) என்ற வளமுடைய கலப்புயிரி பல மய முறையினால் உண்டாக்கப்பட்டது.

பலமய முறை பலவிதமான வேறுபாடுகளுக்கு ஆதாரமாக உள்ளது. கலப்புயிர் வீரியம் (hybrid vigour) இருமயத் தாவரங்களில் (diploid plants) உள்ளதைவிடச் சிறந்து அதிக அளவில் பலமயத் தாவரங்களில் (polyploid plants) உள்ளது.

மும் மயத் தாவரங்கள் (triploid plants) பெரும்பாலும் விதைகளற்றவை. இப் பண்பினை ஆப்பிள், வாழை முதலிய விதைகளற்ற பழங்களை உண்டாக்குவதில் பயன்படுத்துகின்றனர். விதையைத் தவிர்த்து மற்ற தாவர உறுப்புக்களைப் (Vegetative parts) பயன்படுத்துவதற்காகப் பயிரிடும் தாவரங்களிலும் மும் மயப் பயிர்கள் சிறந்த பலனைத் தருகின்றன. உதாரணமாக, மும்மய பீட்ரூட் (triploid beetroot) பருமனிலும், சர்க்கரைச் சத்திலும், இருமயப் பீட்ரூட்டைக் காட்டிலும் சிறந்து விளங்குகின்றது.

பலமய முறையினால் பல புதிய பயிரினங்களைப் பல அறிஞர்கள் உருவாக்கியுள்ளார்கள். உருஷிய நாட்டு அறிஞரான கார்பெசென்கோ (Karpechenko 1926) என்பவர் முள்ளங்கியையும், முட்டைக்கோஸையும் கலந்து, பலமய முறையினால் முள்ளங்கி முட்டைக்கோஸ் என்ற புதிய இனத்தை உண்டுபண்ணியுள்ளார். (விரிவு 'இனத் தோற்றம்' என்ற பகுதியில் காண்க).

7. நோய், பூச்சி, வறட்சியைத் எதிர்க்கப் பயிரிடும் முறை (Breeding for disease, pest and draught resistence) : இயல்பான நிலையிலிருந்த தாவர உறுப்புக்கள் மாறுபட்ட நிலையில் செயல்படத் தொடங்கிய தன்மைக்கு நோய் என்று பெயர். நோய் பூஞ்சை, பாக்டீரியா, வைரஸ் பூச்சிகள் முதலிய உயிரியல்

காரணங்களினுலும், செயலியல் காரணங்களினுலும் நிகழலாம். பயிர்களின் விலங்கின விரோதிகளுக்குப் பொதுவாகப் பூச்சிப் பொட்டுகள் (Pests) என்று பெயர். பெரும்பாலும் இவை பூச்சியினத்தைச் சேர்ந்தவை.

தாவரங்கள் நோயினுல் பாதிக்கப்படும் தன்மை ஆண்டிற்கு ஆண்டு, சூழ்நிலைக் காரணிகளால் மாறுபடும். இந்திய நாட்டில் நோயினுல் 10 முதல் 25 சதம் வரை இழப்பு நேரிடுகிறதென அறிகிருேம். பைடாப்தோரா இன்ஃபெஸ்டென்ஸ் (Phytophthora infestens) என்ற பூஞ்சை உண்டாக்கும் உருளைக் கிழங்குக் கொலை நோயினுல் (Potato blight) கி. பி. 1945ல் அயர்லாந்தில் ஒரு பெரிய பஞ்சமே ஏற்பட்டது. பயிர்களுக்கு வரும் நோய்களைத் தடுக்கப் பல முனைகளிலும், பலவித முயற்சிகள் செய்யப்படுகின்றன.

A. கட்டாயமான தொற்றுநோய்க் கண்காணிப்பு முறைகளைக் கையாளுதல். (quarantine measures).

B. நிலத்தைத் துப்புரவாக்குதல்.

C. நோயின்றிப் பயிரிடல்.

D. பயிர் மாற்றம் (crop—rotation).

E. நோயுயிரிகள் தாக்காத வண்ணம் வேதிப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தல்.

F. மண்ணியல் செயல்முறைகளைக் கையாளுதல் — மண்ணின் மேற்பரப்பில் வேதிப் பொருள்களைத் தூவுதல் — வெந்நீரில் விதைகளைப போட்டு எடுத்துப் பிறகு முளைக்கப் போடுதல்.

B. பூச்சிகளாலும், நோய்களாலும் ஏற்படும் சேதம் : உலக முழுவதிலும் பல பூச்சியினங்கள் பயிர்களைத் தாக்குகின்றன. குறிப்பிட்ட பூச்சியினங்கள் குறிப்பிட் பயிர்களைத் தாக்கிக் குறிப்பிட்ட நோய்களை உண்டாககுகின்றன. பூச்சிகள் கீழ்க்கண்ட விதங்களில் பயிர்களுக்குச் சேதங்களை விளைவிக்கின்றன.

1. பூக்கள் முதலிய பயிர் உறுப்புக்களைத் தின்றுவிடும்.

2. பயிர் சாற்றினையும் (Sap), பழச்சாற்றினையும் உறிஞ்சி விடும்.

3. தண்டைக் குடைந்து பயிரினை வாடச்செய்யும். கனியைக் குடைந்து பழத்தை வாடச்செய்யும்.

4. மொட்டுகளையும், சிறு நாற்றுக்களையும் (Seedling), வெட்டிவிடும்.

5. தரைக்குக் கீழே காணப்படும் பயிர் உறுப்புக்களைப் பாதித்து வாடச்செய்யும்.

6. பூச்சிகள் பயிர் உறுப்புக்களைத் துளைத்து விடுவதால், அத் துளைகள்மூலம் பூஞ்சை, பாக்டீரியா, வைரஸ் போன்ற நோயுயிரிகள் நுழைந்து பரவ ஏதுவாக உள்ளன.

பூஞ்சை, பாக்டீரியா, வைரஸ் போன்ற நோய் உயிரிகளால் பயிர்கள் கீழ்க்கண்ட விதமாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன.

1. இவைகள் பயிர்களின் இலைகளைத் தாக்கி, இலைப் புள்ளி (Leafspot), இலைத்துளை, திசு நீக்கம் (Necrosis), பச்சயச் சோகை (Chlorosis), பல்வண்ண நோய் (Mosaic) முதலிய நோய்களை உண்டாக்குகின்றன.

2. பயிர் உறுப்புக்களின் உருவத்தையும், தன்மையினையும் மாற்றுதல் அல்லது அழித்தல். உ-ம். ஸ்மட் (Smut), எர்கட் (ergot).

3. பயிர்த் திசுக்களின் தோற்றக் கேட்டினை (Malfarmation), உண்டாக்குகின்றன. உ-ம். கம்பில் வரும் 'பச்சைக் காது' நோய் (Green ear disease of cumbu).

4. பயிர்களை வாடச்செய்கின்றன. உ-ம். தானியங்களின் சாற்றுக்குழாய் வாடல். (Nascular wilt of cereals).

5. பயிர்களின் உறுப்புக்கள் அழுகிப் போகின்றன. உ-ம். வேர் அழுகல் (root rot), தண்டு அழுகல், மொட்டு அழுகல் முதலியன.

6. இலை, பூ, கனி முதலிய சிறப்பான பயிர் உறுப்புகள் உதிர்ந்து விடும்.

C. **நோய்த் தடுப்பு முறைகள் :** ஒட்டுண்ணி (Parasite) பயிரைத் தாக்கிக் கெடுதி விளைவிக்காதவாறு தடுப்பதுதான் நோய்த் தடுப்பு முறை எனப்படும். நோய் பாதிப்பின்மை (Immunity) என்பது ஓம்புயிரியை (Host) நோய் உயிரி ஒன்றும் செய்ய முடியாத நிலைக்குப் பெயராகும். ஓம்புயிரி – ஒட்டுண்ணி உறவு முறையைப் பல காரணிகள் நிர்ணயிக்கின்றன.

1. சில சமயங்களில் ஒட்டுண்ணி நோய்க்கு எளிதாக இடங் கொடுக்கும் தாவரங்கள் இருந்தும் நோய் உண்டாக்குவதில்லை. இதற்கு நோய்த் தப்புதல் (Disease escape), என்று பெயர். தென்னிந்தியாவில் பட்டம் தவறி (out of season) விதைத்த பருத்தியில் பெம்பெருலஸ் அஃபினிஸ் (Pempherulus affinis) என்ற பூச்சி தாக்குவதில்லை.

2. சில தாவரங்கள் அதிக உணர்வோடு இருப்பதால் நோய்கள் தாக்குவதில்லை. ஓம்புயிரியை நோய் உயிரி தாக்கும்போது ஏற்படும் சில எதிர்ச் செயல்களினால் நோய் உண்டாக்க முடியாமல் போகிறது.

3. சில நோய் உயிரிகள் நாற்றுப் பருவத்தில் தாக்கும்; ஆனால், பயிர்கள் முதிர்ச்சி யடையும்போது தாக்குவதில்லை.

4. நீர்ப் பாய்ச்சுதல் குறைந்தால் நோய் பாதிப்புத் தன்மை (susceptiblity), அதிகமாகும்.

பயிர்களில் நோய்த் தடுப்புமுறைகள் பல காரணிகளால் ஏற்படுகின்றன.

1. புற அமைப்பியல் எதிர்ப்பு (Morphological resistence).
2. செயல்முறை எதிர்ப்பு (Functional resistence).
3. புரோடோபிளாச எதிர்ப்பு (Protoplasmic resistence).

1. புற அமைப்பியல் எதிர்ப்பு: கி. பி. 1892–ல் காப் (Cobb) என்பவர் கோதுமை ரஸ்ட் நோய் (rust disease of wheat) அமைப்பியல் காரணங்களால் தடுக்கப்படுகிறது எனக் கண்டுபிடித்துள்ளார். தாவரங்களிலுள்ள ஸ்கிளெரென்கைமா (Sclerenchyma), கோலென்கைமா (Collenchyma), போன்ற உறுதிதரும் திசுக்களின் (Mechanical tissue), அளவைப் பொறுத்து, நோய் எதிர்ப்புத்திறன் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. உருளைக் கிழங்குத் தோலின் கெட்டித் தன்மையைப் பொறுத்து பொருக்கு நோய் (Scale disease), பாதிக்கிறது. சாற்றுக்குழாய்க் கற்றையைச் (Vascular bundle), சுற்றியுள்ள ஸ்கிளெரென்கைமாத் திசுவைப் பொறுத்துக் கரும்பில் சிவப்பு அழுகல் நோய் எதிர்ப்புத் திறன் (Red rot resistence Sugarcane), உண்டாகிறது. அக்ராஸ்டிஸ் நைக்ரம் (Agrostis nigrum), என்ற பூச்சிகள் மென்மையான தண்டுகளுடைய பருப்புச் செடிகளை (Cajanus cajan), அதிக அளவில் பாதிக்கின்றன.

செயல்முறை எதிர்ப்பு: (Functional resistence): இயற்கையில் ஓம்புயிர்ப் பயிரில் அமைந்த சில செயலியல் வேலைகள் நோய் உண்டாக்கும் உயிரிகளைத் தடுக்கும்வண்ணம் அமைந்துள்ளன.

பூஞ்சை, பாக்டீரியா போன்ற நோய் உயிரிகள் ஓம்புயிரியில் நுழைவதற்கான சூழ்நிலைகள் இருந்தபொழுது அதன் இலைத் துளைகள் (Stomata) மூடப்பட்டிருக்கும். இதனால் நோய் உயிரிகள் ஓம்புயிரியில் நுழைந்து நோய் உண்டாக்க முடிவதில்லை. ஆலென் என்பவரும் ஹார்ட் என்பவரும் (Allen and Hart), அதி

காலையில் கோதுமையின் இலைத்துளைகள் மூடப்பட்டிருப்பதால் ரஸ்ட் நோய் உண்டாக்கும் பூஞ்சை இலைத்துளைகளின் வழியாக நுழைவதில்லை என்று கண்டுபிடித்துள்ளார்கள்.

புரோடோபிளாச நோய் எதிர்ப்பு (Protoplasmic resistence): சில பயிர்களின் திசுக்களில் காணப்படும் உணவு, ஒட்டுண்ணியான நோய் உயிரிக்கு ஏற்ற உணவாக இருப்பதில்லை. அதனால் நோய் உயிரி நோய் உண்டாக்க முடிவதில்லை. புரோடோபிளாசத்தில் உள்ள வேதிப் பொருள்களின் சேர்க்கை நோய் உயிரியைத் தடுக்கும் ஆற்றல் பெற்றது. வெங்காயத்தில் (Allium cepa), உள்ள செதில் இலைகளில் உள்ள புரோடோபிளாசத்தில் புரோடோகடெக்னிக் அமிலம் (Protocatechinc acid) இருப்பதால் கோலிடோடிரைகம் சர்ஸினன்ஸ் (Colletotrichum circinans) என்ற பூஞ்சை நோய் உண்டாக்க முடிவதில்லை.

நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றலின் வகைகள்: (Variations in disease resistence): நோய் எதிர்ப்புத் திறன் பல தாவரங்களிலும் பல அளவில் காணப்படுகிறது. நோய் எதிர்ப்பின் அளவினைப் பல மண்ணியல் காரணிகள் நிர்ணயிக்கின்றன. சிறந்த முறையில் எரு விடுதலின்மூலம் (Manuring), பயிர்களின் வளர் வீரியத்தை அதிகமாக்கி அதன்மூலம் நோய் எதிர்ப்புத் திறனையும் அதிகரிக்கச் செய்யலாம். பிதியம் (Pythium) என்ற பூஞ்சையினால் உண்டாகும் வேர் அழுகல் நோய் (root-rot disease), நீர் தேங்கியுள்ள இடங்களில் அதிகமாகக் காணப்படுகிறது. நல்ல முறையில் வடிகால் வசதி (drainage), செய்து இந்நோயைத் தவிர்க்கலாம்.

நோய் எதிர்ப்புத் திறன் பாரம்பரியமாக வருதல் (Inheritance of disease resistence): இயற்கையாக வளர்ந்து வரும் தாவரங்களைப் பயிரிடப், பயிரிட அவைகளில் உள்ள நோய் பூச்சி, வறட்சி எதிர்ப்புத் திறன்களை அவை காலப்போக்கில் இழந்து விடுகின்றன. இப் பண்புகளுக்கு ஆதாரமாயுள்ளது ஒரு ஜீனோ, பல ஜீன்களோ, விஞ்சு தன்மை பெற்றோ, பெருமலோ இருக்கும்.

நோய் எதிர்ப்பிற்காகப் பயிர் வளர்த்தல் (Breeding for disease resistence): நோய் எதிர்ப்புத் திறன்பெற்ற வகைகளைத் தனிப் பயிர்த் தேர்வு முறையினாலோ (Suigle plant selection), அல்லது கலப்புப் பயிரி முறையிலோ (hybridisation) தேர்ந்தெடுக்கலாம். நோய் எதிர்ப்பு வகைகளைத் தேர்ந்தெடுக்குமுன் முதலில் நோய் அதிகரிப்பதற்குரிய சூழலையும், நோய்த் தடுப்பு முறைகளையும், நோய் ஏற்கும் தன்மையினையும் அறிந்துகொள்ள வேண்டும்.

பயிர்களின் நோய் விலக்கு (Immunity): நோய் எதிர்ப்பு (resistent), நோய் சகிப்பு (tolerant), நோய் ஏற்கும் தன்மை (susceptiblity), ஆகியவற்றிற்குத் தகுந்த சூழலையும், அச் சூழலில் நோய் வருவதையும் (onset), நோய் பரவுவதையும் கொண்டு, அவற்றின் வேற்றுமைகளைக் கண்டறியலாம். நிலத்தில் நோய் பரவுவதற்குரிய சூழலை உண்டாக்க முடியாது. ஆகையால், சோதனை முறையில் கண்ணாடி வீட்டில் (glass houses), செயற்கை முறையில் நோய் உயிரிகளை ஊசியின்மூலம் செலுத்தி, நோய் பரவும் வகையில் சூழலை உண்டாக்க வேண்டும். நோய்க்குப் பலவகையான பயிர்களும் எவ்வாறு எதிர்ச்செயல்கள் புரிகின்றன என்பதைப் பயிர்களுக்குத் தகுந்தவாறு குறித்து, அப் பயிருக்கு உள்ள நோய் தாக்கும், நோய் எதிர்க்கும் ஆற்றல்களைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். நோய் எதிர்பபுத் திறன்பெற்றது என்ற ஒரு வகையினைச் சோதனை முறைகளிலும், தோட்டங்களிலும் பல்லாண்டுகள் பயிராக்கிப் பயிர்களின் நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றலைச் சோதனை செய்யவேண்டும். ஏதாவதொரு பருவத்தில் குறிப்பிடப்பட்ட பயிர் நோயிற்கு உட்பட்டால் அந்தப் பயிரினை விலக்கிவிட வேண்டும். இதற்குப் பின்னரும் நோய் அணுகா வண்ணம் பல இடங்களிலும், பல சூழ்நிலைகளிலும் பயிரிட்டுப் பல ஆண்டுகளுக்குப் பின்னரும் அவ்வகையினை நோய் அணுகாமலிருந்தால், அது நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றல் பெற்றது எனத் தீர்மானிக்கலாம்.

கலப்புயிரி முறையால் நோய் எதிர்ப்புத் திறன்பெற்ற பயிர்களைத் தேர்ந்தெடுத்தல் (Selcetion of disease resistent plants by hybridisation): பயிர்களைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது மகசூலை மட்டும் குறியாகக் கொண்டு தேர்ந்தெடுத்தால் பூச்சி, நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றல் போன்ற பிற நல்ல பண்புகளையும் இழக்க நேரிடுகிறது.

கோஸ்

Ghose 1956

அரிசி Bamo (Rice Strain Bam 10)	×	Co_4
இது ஹெல்மின் தோஸ் போரிய நோய் எதிர்ப்புத்திறன் பெற்றது; ஆனால், பிளாஸ்ட் நோய்க்கு இடங் கொடுக்கும்		பிளாஸ்ட் (Blast) நோயிற்கு எதிர்ப்புத் திறன்பெற்றது; ஆனால் ஹெல்மின் தோஸ்போரிய நோய்க்கு இடங்கொடுக்கும்

↓

புதிய ரகம்

பிளாஸ்ட் நோய்க்கும், ஹெல்மின் தோஸ்போரிய நோய்க்கும் எதிர்ப்புத் திறன்பெற்றது.

நோஸ் என்பவர் கலப்புயிரிப் பயிர் முறையினால் அரிசியில் இரு நோய்களுக்கும் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற புதிய வகையினைக் கண்டுபிடித்தார். நல்ல மகசூல் உடையதும் நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றல் அற்றதுமான ஒரு வகையை நல்ல மகசூல் இல்லாத நோய் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற வகையுடன் கலந்து உண்டாகிய கலப்புயிரிப் பயிரில் நாம் விரும்பத்தகும் இரு பண்புகளான நல்ல மகசூலையும் நோய் எதிர்ப்பு ஆற்றலையும் பெறலாம்.

நோய் எதிர்ப்புத் திறனுடைய ஒரு வகையினைப்பெற நூற்றுக் கணக்கான கலவிகள் நிகழ்த்தி, ஆயிரக்கணக்கான சந்ததிகளைச் சோதித்துப் பல கஷ்டங்களுக்கும் இடையூறுகளுக்கும் பிறகு தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும். பல விதமான நோய்களுக்கும் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற ஒரே வகையினை உண்டாக்குவது எளிதல்ல. உதாரணமாகக் கோடாக் கோதுமை (Kota wheat) என்ற வகை கறுப்பு ரஸ்ட் (Black rust) நோயிற்கு எதிர்ப்புத் திறன் பெற்றது; ஆனால் இந்த வகை மஞ்சள் ரஸ்ட் (Yellow rust), பன்ட் (Bunt) முதலிய நோய்களுக்கு எளிதில் இடம் கொடுக்கும் தன்மையுடையது. எனவே, எல்லா விதமான நோய்களுக்கும் எதிர்ப்புத்திறன் பெற்ற ஒரே வகையை உருவாக்குவது என்பது இயலாத காரியம். பக்சீனியா கிராமினிஸ் (Puccinia graminis) என்ற பழுப்புநிற ரஸ்ட் உண்டாக்கும் நோய் உயிரி தோற்றத்தில் எவ்விதமாறுதலுமின்றி ஒரே மாதிரியாக உள்ளது. ஆனால், இவ்வினத்தைச் சேர்ந்த பூஞ்சைகள் சிலவகை ஓம்புயிரிகளில் தான் ஒட்டுண்ணிகளாக (Selective parasitism) வாழ இயலும். இவை ஒவ்வொன்றுக்கும் செயலியல் சிற்றினங்கள் (Physiological races) என்று பெயர், (எரிக்சன் Erickson).

ஒட்டுண்ணி		ஓம்புயிரி
பக்சீனியா கிராமினிஸ் வகை டிரைடிசீ (var. tritici)	—	கோதுமை, சில புற்கள்
பக்சீனியா கிராமினிஸ் வகை. அவினே (var. avenae)	—	ஓட்ஸ், சில புற்கள்
பக்சீனியா சீகாலிஸ் (Puccinia secalis)	—	ரை, பார்லி

இத்தகைய செயலியல் சிற்றினங்கள் மற்ற பூஞ்சைகளிலும் காணப்படுகின்றன என்று ஸ்டேக்மேன் (Stackman) கண்டுபிடித்தார். இதற்குச் செயலியல் சிறப்பு (Physiological specialisation) என்று பெயர். இப்பண்பு ஸ்மட்ஸ் (Smuts), ஆஸ்கோமைஸீட் பூஞ்சை (Ascomycetous Fungi) களிலும், சில பூச்சியினங்களிலும் காணப்படுகின்றன.

நோய் எதிர்ப்புத் திறன் பெற்ற பயிர்களை உருவாக்குவது தொடர்ந்த, கடினமான வேலையாகும். நல்ல பலன் கிடைக்க இயற்கையாக முளைத்துக் காணப்படும் காட்டுத் தாவரங்களையும் (wild species), அதைச் சார்ந்த தாவரங்களையும் வைத்திருக்க வேண்டும். அவைகளின் பாரம்பரியப் பண்புகளையும், அவற்றில் உள்ள இணைவுக் காரணிகளைப் (Linkage factors) பற்றியும் தெரிந்திருக்க வேண்டும். பருத்தியில் வேர்நோயின் எதிர்ப்புத் திறன் வேர்த் தொகுப்பின் அமைப்பைப் பொறுத்தது. சோளத்தில் காணப்படும் தண்டுத்துளைப்பான் நோய் (Stern borer) தானியத்தின் இயல்போடு இணைந்துள்ளது. எனவே, சிறந்த பண்புகளுடைய பெற்றோர்களைத் தேர்ந்தெடுக்கும்பொழுது இத்தகைய இணைவுப் பண்புகளைக் கருத்தில் கொள்ளவேண்டும்.

இந்தியாவில் கோதுமையில் 3 வித ரஸ்ட் நோய்கள் தாக்குகின்றன. அயல்நாட்டுக் கோதுமை வகைகள் ரஸ்ட் நோயிற்கு எதிர்ப்புத்திறன் பெற்றவை. இவ்வகையுடன் இந்திய வகையைக் கலக்கச் செய்யவேண்டும். இக் கலவியின் மூலம் நோய் எதிர்ப்புத்திறன் பெற்ற சில பயிர்கள் கிடைக்கும். இவற்றை மீண்டும் அயல் நாட்டு வகைகளுடன் பல கலவைகள் (Multiple crosses) செய்து 3 வித ரஸ்ட் நோய்களுக்கும் எதிர்ப்புத்திறன் பெற்ற புதிய வகையினை உண்டாக்கலாம்.

நெல்லில் உருக்கு நோய் (Blast disease) எதிர்ப்புத் திறம் பெற்ற வகையினையும், நோய் இல்லாத Co4 என்ற வகையினையும் நோய் எளிதில் பற்றும் கொரங்குச் சம்பா என்ற வகையினையும் கலந்து Co25 என்ற நோய் எதிர்ப்புத்திறன் பெற்ற நெல் உண்டாக்கப்பட்டது.

கரும்பையும் சோளத்தையும் (Sorghum vulgare) கலந்து உண்டாகிய இரு பேரினக் கலப்புயிரிப் பயிர் முறையில் பல்வண்ணநோய் (Mosaic disease), சிவப்பு அழுகல் நோய் (Red rot disease) அணுகாததும், வறட்சி எதிர்ப்புத்திறன் பெற்றதுமான வகை உண்டாக்கப்பட்டது. ஸ்மட் நோம் எதிர்ப்புத்திறன் பெற்ற கரும்பு வகைகள்: Co 290, Co 447, Co 617.—வாடல் நோய் எதிர்ப்புத் திறன்பெற்ற கரும்பு C.O.S. 254 என்பதாகும்.

பருத்தியில் வாடல் நோய் எதிர்பபுத்திறன் பெற்றவை ஜயவந்த் பி.டி. 8 (Jayavant B.D. 8)

என்பதும் ஜாரல் விஜய் (Jaral Vijay) என்பதுமாகும்.

பூச்சி எதிர்ப்புத் திறனுக்காகப் பயிர் வளர்த்தல் (Breeding for Pest resistence).

ஓம்புயிர்த் தாவரம் (**Host plant**) பூச்சிகளுக்குக் கெடுதலான பலனை உண்டுபண்ணினுல் பூச்சி எதிர்ப்பு உண்டாகும். இதற்கு எதிர் உயிர் இயல்பு (Antibiosis) அல்லது பூச்சி எதிர்ப்புத்திறன் என்று பெயர். கீழ்க்கண்ட மூன்றுவகைச் செயல்முறைகளினுல் பூச்சி எதிர்ப்புத் திறன் உண்டாகும்.

1. ஓம்புயிரி பூச்சிக்குச் சாதகமாகவோ, பாதகமாகவோ அமைதல்.

2. பூச்சிகள் தாவரங்களை உணவாக உண்ணும்போது அது பூச்சிகளுக்கு மாற்ருக அமையும்.

3. தாவரங்களிடைக் காணப்படும் சகிப்புத் தன்மை, பூச்சி தாக்குவதை எதிர்த்து நிற்கும் ஆற்றல்.

தாவரங்களில் பூச்சி எதிர்ப்புத்கிறன் உண்டாவதற்கு இரசாயனங்களையும், தாவர நச்சுப் பொருள்களையும் பயன்படுத்தலாம். அல்லது பூச்சி எதிர்ப்புத்திறம் பெற்ற புதிய வகைகளை உண்டாக்க வேண்டும்.

ஜாஸிடுகள் (Jassids), கம்பளிப் பூச்சி (Caterpillar) பீட்ல்கள் (beetles) போன்ற பூச்சிகளை எதிர்க்க டியெல்டின் (Dieldin) டி.டி.டி. (D.D.T.) பாலிடால் (Folidol), எண்டிரின் (Endrin) போன்ற வேதிப் பொருள்களைப் பயன்படுத்தலாம்.

உருக்குநோய், ஸ்மட், ரஸ்ட் போன்ற நோய்களைத் தடுக்க பெரெனுக்ஸ் (Perenox), கோபெசன் (Coppeson), குப்ராவிட் (Cupravit), அக்ரோஸான் (Agroson) போன்ற மருந்துகளைப் பயன்படுத்தலாம்.

வறட்சி எதிர்ப்புத் திறனிற்காகப் பயிர் வளர்த்தல் (Breediag for draught resistence): இந்தியாவில் உள்ள பயிரிடும் நிலங்களில் ஐந்தில் ஒரு பங்குதான் நீர்ப்பாசன வசதி பெற்றவை; மீதியுள்ள நிலங்கள் யாவும் வானம் பார்த்த வறண்ட நிலங்கள். இந் நிலங்களில் சிறிது ஈரம் கிடைத்த உடன் பயிர்கள் முளைக்கும். காற்றும் வெய்யிலும் நிலத்தில் உள்ள சிறிது ஈரத்தையும் ஆவியாகச் செய்யும். வறட்சிக் காலத்தில்தான் நோய்களும் பூச்சிகளும் தாவரங்களை அதிகமாகப் பாதிக்கின்றன. பல்லாண்டுத் தாவரங்களைவிட ஓராண்டுத் தாவரங்கள் வறட்சியினுல் அதிகம் பாதிக்கப் படும். வறட்சி இருவகைப்படும் 1. வளி மண்டலத்தினுல் (atmosphere) உண்டான வறட்சி. இது நாள் முழுவதும் இருக்

Atavism	பழமை திரும்புதல்
Atmosphere	வளி மண்டலம்
Atom	அணு
Autosomes	ஆடோஸோம்கள்
Autotrophs	சுயஜீவிகள்

B

Bacteria	பாக்டீரியா
Bacteriophage	பாக்டீரியா கொல்லிகள்
Balancing roots	சமநிலை வேர்கள்
Bark	பட்டை
Bases	காரங்கள்
Biogenesis	உயிர்வழிப் பிறப்பு
Biotic factors	உயிரினக் காரணிகள்
Blue green Algae	நீலப் பச்சைப்பாசி
Branching	கிளைத்தல்
Breathing pores	சுவாசிக்கும் நுண்துளைகள்
Buttress roots	உதைப்பு வேர்கள்

C

Calciphilous	கால்சியம் விரும்பிகள்
Calciphobous	கால்சியம் ஒதுக்கிகள்
Capillarity	நுண்துளை ஆற்றல்
Cambrian age	கேம்பிரியன் காலம்
Coenozoic era	அண்மை உயிர் ஊழிக்காலம்
Compression	அழுத்தப் படிமம்
Convalsions	நில நடுக்கங்கள்
Cretaceons period	கிரெடேஷியஸ் காலம்
Cross. veinless	குறுக்கு நரம்புகளற்றது
Cell-division	செ ல்பகுப்பு
Cellulose	செல்லுலோஸ்
Cell-sap	செல் சாறு
Chemical energy	வேதி ஆற்றல்
Chlorophyll	பச்சயம்
Chlorosis	பச்சயச் சோகை
Chromosome	குரோமோஸோம்
Clasping (or) Clinging roots	பற்று வேர்கள்
Classification	வகைபாடு
Climatic factors	காலநிலைக் காரணிகள்
Coarse soil	பருமன்

காது; இவ் வறட்சியின்போது தாவரங்கள் நிலத்தில் உள்ள நீரை வேகமாக உறிஞ்சிப் பல பாகங்களுக்கும் கொண்டு செல்வதால் இவ் வறட்சி தாவரங்களை அதிகமாகப் பாதிப்பதில்லை.

2. மண்ணினால் ஏற்பட்ட வறட்சி. இதிலிருந்து தாவரங்கள் மீளுவது கடினம். இது தவிர்க்க முடியாதது. நிலத்தில் இருக்கும் சிறிதளவு நீரையும் உறிஞ்சுவது நல்லது. இதைத் தவிர்க்க திசுக்களில் நீரைச் சேமித்து வைக்கலாம் அல்லது நிலையான வாடல் நிலையில் (Permanent wilting condition) ஏற்படும் கெடுதியைப் பொறுத்துக் கொள்ளலாம். புற, அக அமைப்புக்களில் எவ்விதமான மாறுதல்களுமில்லாமல் டிரோடோ பிளாசத்தில் உள்ள கலவைப் பொருள்கள் நீரின்மையால் குறைந்து போகாதவாறு தாவரங்கள் காத்துக் கொள்வதால் வறட்சியைப் பொறுத்துக் கொள்ளுகின்றன. வறட்சி எதிர்ப்புடைய வகைகளைத் தேர்ந்தெடுக்கும்போது கீழ்க்கண்ட பண்புகளைச் சேர்க்க வேண்டும்.

1. நன்றாக வளர்ந்த வேர்த்தொகுப்பு,

2. நீர் உறிஞ்சும் கொலாய்டுகளைப் பெறுவது.

3. ஆவிப் போக்கைக் குறைப்பதற்கான தக அமைவுகளைக் கொள்ளுதல்.

4. பயிரின் வாழ்வுக் காலத்தைக் குறிப்பது.

கோயமுத்தூர் நெல் ஆய்வு நிலையத்தில் (Paddy breeding station) ஸ்ரீனிவாசன் 1941ல் ஒரைஸா ஸாடைவா (Oryza sativa) என்ற நெல்லையும் ஒரைஸா லாங்கிஸ்டேமினேடா (Oryza longistaminata) என்ற நெல் வகையையும் கலந்து வறட்சி எதிர்ப்புத்திறன் பெற்ற புதிய நெல் வகையினைக் கண்டுபிடித்தார் மற்றும் பி. டி. பி. (P.T.B.) 18 என்ற நெல் வகையும் வறட்சி எதிர்ப்புத் திறன்பெற்றதாகும்.

மக்கட்தொகை அதிகமாவதற்குத் தகுந்தவாறு விளைநிலமும், பயிர்களின் விளைச்சலும் அதிகமாவதில்லை. எனவே, விளைச்சலைப் பாதிக்கும் நோய்களையும், வறட்சியையும் குறைத்தும், தடுத்தும், தவிர்த்தும், விளைச்சலை அதிகரித்து, மனித வாழ்வை வளமடையச் செய்வோமாக!

———

கலைச்சொல் அகராதி

A

Absorption	உறிஞ்சுதல்
Acidity	அமிலத் தன்மை
Acqueous tissue	நீர்த்திசு
Adaptation	தக அமைவு
Adsorption	பரப்பு ஒட்டல்
Adventitious roots	வேற்றிட வேர்கள்
Aeration	காற்றோட்டம்
Aerial roots	வெளி வேர்கள்
Aggregation	கூட்டச்சேர்க்கை
Air chamber	காற்றறை
Air floats	காற்று மிதவைகள்
Aldehyde	ஆல்டிஹைடு
Alga	ஆல்கா
Allele	எதிரிடைப் பண்பு
Alleolomorph	எதிரிடைப் பண்புடைய உயிரினம்
Algebra	குறிக் கணக்கியல்
Alpine vegetation	மலைமுகட்டுத் தாவரம்
Amorphous	அருவமான
Anatomy	உள்ளமைப்பு
Anomalies	முறைகேடுகள், இயல்பிற்குமாறான
Annuals	ஓராண்டுத் தாவரங்கள்
Antenna	நுகர் உறுப்பு
Antibiosis	எதிர் உயிர் இயல்பு
Anthocyanin	ஆந்தோஸயானின்
Area	பரப்பு
Archaeozoic era	பழமை உயிர் ஊழிக்காலம்
Articulatae	இணைத்தண்டுடைத் தாவரங்கள்
Ascus	ஆஸ்கஸ்

Collenchyma	கோலன்கைமா
Colloids	கொலாய்டுகள்
Compound	கூட்டுப்பொருள்
Compound leaf	கூட்டிலை
Concentration	திண்மை
Conifers	கூம்புத் தாவரங்கள்
Cork	கார்க்
Cortex	புறணி
Cotyledon	வித்திலை
Crossing over	மாறி இணைதல்
Cryptogams	பூவாத் தாவரங்கள்
Cutinization	க்யூடின் படிவு
Cytology	செல்லியல்

D

Devonian period	தேவோனியன் காலம்
Day neutrals	நாள் நடுநிலைத் தாவரங்கள்
Decay	அழுகுதல்
Deciduous forests	இலையுதிர் காடுகள்
Density	செறிவு
Digestion	செரித்தல்
Dihybrid	இரு பண்புக் கலப்புயிரி
Dimorphic leaves	ஈருவ இலைகள்
Distribution	வியாபகம்
Dominance	விஞ்சு தன்மை
Dormancy	வளர்வடங்கிய நிலை
Drainage	வடிகால்
Drought	வறட்சி
Duff	டஃப்
Dwarfness	குட்டைப் பண்பு

E

Ecesis	குடி புகல்
Ecology	சூழ்நிலையியல்
Ectoparasites	புற ஒட்டுண்ணிகள்
Edaphic factors	மட்காரணிகள்
Electron	எலக்ட்ரான்
Elements	தனிமங்கள்
Elongation	நீட்சி
Embryo	கரு

Embryology	கருவியல்
Endodermis	எண்டோடெர்மிஸ்
Endoparasites	அக ஒட்டுண்ணிகள்
Endosperm	எண்டோஸ்பெர்ம்
Enzyme	நொதி
Epidermis	புறத் தோல்
Epigenesis	முன் தோற்றம்
Epiphytes	தொற்றுத் தாவரம்
Eocene period	ஈயோஸீன் காலம்
Epoch	சகாப்தம்
Equator	நில மையக்கோடு
Equilibrium	சமன்பாடு
Era	ஊழிக்காலம்
Erosion	அரித்தல்
Evergreen	மாருப் பசுமை
Evolution	பரிணமம்
Excretion	கழிவு

F

Factors	காரணிகள்
Fat	கொழுப்பு
Ferns	பெரணிகள்
Fertilisation	கருவுறுதல்
Fertility	வளம்
Fibre	நார்
Film	படிவம்
Fixation	ஊன்றுதல்
Fossils	தொல்லுயிர் படிமங்கள்
Frequency	நிகழ் விரைவு
Frost	உறைபனி
Fungi	பூஞ்சைகள்

G

Gamete	கேமிட்
Gas	வாயு
Gaseous exchange	வாயுப் பரிமாற்றம்
Gemmules	உயிர்மூலங்கள்
Gene	ஜீன்
Gene pool theory	ஜீன்கூட்டக் கொள்கை
Generation	தலைமுறை

Genetics	மரபியல்
Genetic drift	மரபியல் மாறுதல் போக்கு
Genotype	ஜீனோடைப்
Genotypic ratio	மரபியல் விகிதம்
Geology	மண்ணியல்
Geography	நில இயல்
Germplasm	ஜெம் பிளாஸம்
Gill	செவுள்
Glands	சுரப்பிகள்
Gravitation	புவி ஈர்ப்பு
Guard cell	காப்பு செல்
Gum	கோந்து
Gondwana land	கோண்ட் வானலாண்ட்

H

Habit	வளர் உருவம்
Habitat	வாழ்விட ம்
Hairy coating	உரோமப் பூச்சு
Halophytes	உவர்நிலத் தாவரங்கள்
Harmone	ஹார்மோன்
Haustorium	உறிஞ்சு உறுப்பு
Head cells	முடி செல்கள்
Heavy soil	கனமான மண்
Heliophytes	ஒளித் தாவரங்கள்
Heredity	பாரம்பரியம்
Heterophylly	இருவித இலையமைப்பு
Heterotrophs	பரஜீவிகள்
Hetero zygons	மாற்றுப் பண்புடைய
Homologous organs	பிறப்பால் ஒத்தவை
Homszygons	ஒத்தப் பண்புடைய
Host	ஓம்புயிர்
Humidity	காற்றீரப் பசை
Humus	மட்கு
Hybrid	கலப்புயிர்
Hydrarch succession	நீர்த்தாவர வழிமுறை வளர்ச்சி
Hydrolysis	நீர்ப் பகுப்பு
Hydrophyte	நீர்த் தாவரம்
Hygroscopic water	ஈரப்பசை நீர்
Hypoeotyl	வித்திலைக் கீழ்த்தண்டு
Hypodermis	ஹைபோடெர்மிஸ்
Hypothesis	கோட்பாடு

I

Idioblast	இடியோ பிளாஸ்ட்
Igneons rocks	நெருப்புக் குழம்புப் பாறைகள்
Immunity	பாதிப்பின்மை
Index fossil	குறியீட்டுப் படிமம்
Industrial melanism	தொழிற்சாலைக் கறுப்பாதல்
Incomplatibility	இணக்கமின்மை
Infiltration	உட்புகுதல்
Infrared ray	சிறப்புக் கீழேயுள்ள கதிர்
Integument	சூலுறை
Intensity	செறிவு
Intergradation	படிமுறை வரிசை
Ions	அயனிகள்
Irreversibility	மீளாத் தன்மை

J

Jurassic period	ஜுராஸ்ஸிக்

L

Lateral roots	கிளை வேர்கள்
Lated	பால்
Layer society	அடுக்குச் சமூகம்
Leaf sheath	இலை உறை
Legumes	பருப்பு வகைத் தாவரங்கள்
Lenticels	லென்டி செல்கள்
Lianes	பெருங்கொடிகள்
Lichen	லைகன்
Light soil	இலேசான மண்
Lignin	லிக்னின்
Lignification	லிக்னின் படிவு
Linkage	பிணைப்பு
Lithophytes	பாறைத் தாவரங்கள்
Lithosere	பாறைவழிமுறை வளர்ச்சி
Litter	லிட்டெர்
Littoral meadow	கழிமுகப் புல்வெளி
Locule of the ovary	சூல்பை அறை
Long day plants	நீள் நாள் தாவரங்கள்
Longevity	வாழும் காலம்

M

Mammals	பாலூட்டிகள்
Mangroves	உவர்ச் சதுப்புத் தாவரங்கள்
Meadow	புல்வெளி
Mechanical tissue	உறுதிதரும் திசு
Medium	ஊடகம்
Meiosis	குன்றல் பகுப்பு
Meristematic tissue	ஆக்கத் திசு
Mesophyll	இலைகிடைத் திசு
Mesophyte	இடைநிலைத் தாவரம்
Mesozoic era	இடை உயிர் ஊழிக்காலம்
Metabolism	வளர்சிதை மாற்றம்
Metamor phased rocks	உருமாறிய பாறைகள்
Micro-climates	சிறுகால நிலைகள்
Micro-organism	நுண்ணுயிர்
Migration	நுகர்வு
Mineral matter	தாதுப்பொருள்கள்
Minerals	கனிமங்கள்
Mitosis	மைடாசிஸ்
Moisture	ஈரம்
Molecule	மூலக்கூறு
Monohybrid	ஒரு பண்புக் கலப்புயிரி
Morphology	புற அமைப்பியல்
Mosaic disease	பல்வண்ணநோய்
Muscilage	மியூசிலேஜ்
Mutation	சடுதி மாற்றம்
Mycelium	மைஸீலியம்
	பூஞ்சை உடலம்

N

Necrosis	திசு நீக்கம்
Nematodes	உருண்டைப் புழுக்கள்
Neutron	நியூட்ரான்
Nucleus	நியூக்ளியஸ்
Nutrients	ஊட்டப்பொருள்கள்
Nutrition	ஊட்டம்

O

Ontogeny	இனவரலாறு
Organic acids	அங்கக அமிலங்கள்

Organic matter	அங்ககப் பொருள்கள்
Organisms	உயிரினங்கள்
Organisation	அமைப்புமுறை
Osmosis	சவ்வூடு பரவுதல்
Ovule	சூல்
Ordovician	ஆர்டோவிஸ்ஹயன்

P

Paleontology	தொல்லுயிரியல்
Paleozoic era	தொல் உயிர் ஊழிக்காலம்
Palisade tissue	பேலிசேடுதிசு
Parasites	ஒட்டுண்ணிகள்
Parenchyma	பாரன்கைமா
Peat	பீட்
Pedigree	மரபு வரிசை
Perennial	பல்லாண்டுத் தாவரங்கள்
Periodicity	பருவ நிகழ்வு
Perithecium	பெரிதீஸியம்
Permeam	பெர்மியன்
Phellogen	பெல்லோஜன்
Phenotypic ratio	புறத்தோற்ற விகிதம்
Phloem	ப்ளோயம்
Photoperiodism	ஒளிக் காலத்துவம்
Petrification	பாறைப்படிமம்
Photosynthesis	ஒளிச் சேர்க்கை
Phyllotaxy	இலையடுக்கம்
Physiological dry	செயலியல் வறட்சி
Pigments	நிறமிகள்
Pioneers	முன்னோடிகள்
Pistillode	மலட்டுச் சூலகம்
Pith	பித்
Planktons	பரப்பு உயிர்கள்
Plant succession	தாவர வழிமுறை வளர்ச்சி
Plasma membrane	பிளாஸ்மா சவ்வு
Plasmolysis	உருச்சுருங்கு நிலை
Pollen	மகரந்தம்
Pollen tube	மகரந்தக் குழாய்
Pollinium	மகரந்தத் திரள்
Polymorphism	பல்லுருத் தோற்றம்
Population	உயிரினக் கூட்டம்

Preformation	முன் படைப்பு
Principle of Division of labour	வேலைபிரி தத்துவம்
Progeny	சந்ததி
Prophase	முதல் நிலை
Prop roots	தூண்வேர்கள்
Protein	புரதம்
Protero zoic era	முதன்மை உயிர் ஊழிக்காலம்
Proton	புரோடான்
Protoplasm	புரோட்டோப் பிளாஸம்
Protozoa	புரோடோஸோவா
Psamnophytes	மணல் தாவரங்கள்
Psamnosere	மணல் வழிமுறை வளர்ச்சி
Pseudobulb	போலிக் குமிழம்
Pterido spern	விதைப்பரணி

Q

Quaternary	குவாடெர்னரி

R

Radiation	கதிர்வீச்சு
Raphides	ராபைடு படிகங்கள்
Reaction	எதிர்ச் செயல்
Recapitulation theory	பிரதிபலிப்புக் கொள்கை
Red rot	சிவப்பு அழுகல் நோய்
Respiratory root	சுவாசிக்கும் வேர்
Rhizoid	ரைசாயிடு
Rhizome	மட்டநிலத் தண்டு
Root pocket	வேர்ப்பை
Root pressure	வேர் அழுத்தம்
Rust	ரஸ்ட்

S

Safety factor	பாதுகாப்புக் காரணி
Saturated solution	நிறைக் கரைசல்
Scale leaves	செதில் இலைகள்
Sciophytes	நிழற் தாவரங்கள்
Sclreids	ஸ்கிளெரெய்டுகள்
Sclerenchyma	ஸ்கிளெரென்கைமா
Scrub jungle	முட்காடு
Secondary thickening	குறுக்கு வளர்ச்சி
Sedge meadow	புதர்ப் புல்வெளி

Seed coat	விதையுறை
Seedling	நாற்று
Sedimentary rock	படிவுப்பாறை
Selectivity	தேர்வுத்தன்மை
Selection pressure	தேர்வு நெருக்கடி
Short day plants	குறுநாள் தாவரங்கள்
Shrub	புதர்ச்செடி
Sieve plate	சல்லடைத் தட்டு
Simple leaf	தனி இலை
Silurian	ஸைலூரியன்
Soil	மண்
Soil particles	மண் துகள்கள்
Soil tesxture	மண்ணின் நயம்
Solubility	கரைதிறன்
Solute	கரைபொருள்
Solvent	கரைப்பான்
Somatoplasm	சோமோடாப் பிளாஸம்
Spring	வசந்தம்
Stalk cell	காம்புசெல்
Starch	மாவுப்பொருள்
Steppe	தெப்பவெளி
Sterility	வளமிலாத்தன்மை
Stigma	சூலகமுடி
Stilt roots	முட்டுவேர்கள்
Stomata	இலைத் துளைகள்
Stone cells	கல் செல்கள்
Storage tracheids	சேமிக்கும் டிரைக்டுகள்
Style	சூலகத்தண்டு
Substrate	தளப்பொருள்
Succulence	சதைப்பற்றுள்ள தன்மை
Sugar	சர்க்கரை
Susceptibility	பாதிப்புத்தன்மை
Swamp	சதுப்பு
Symbiosis	கூட்டுயிர் வாழ்வு

T

Tadpole	தலைப்பிரட்டை
Tallness	நெட்டைப் பண்பு
Tannin	டானின்

Taxtonomy	வகைப்பாட்டியல்
Temperature	வெப்பநிலை
Temperature co-efficient	வெப்பநிலை ஈவு
Temperature region	சீதளமண்டலம்
Tendril	பற்றுக்கம்பி
Tertiary	டெர்ஷியரி
Terrestrial plants	நிலம் வாழ் தாவரங்கள்
Tethys sea ,	டெதிஸ்கடல்
Thallus	தாலஸ்
Thermoperiodism	வெப்பநிலைக் காலத்துவம்
Toxity	நச்சுத்தன்மை
Topography	நிலக்கிடக்கை
Tracheids	டிரெகீடுகள்
Transpiration	நீராவிப்போக்கு
Transcient polymorphism	நிலையற்ற பல்லுருத் தோற்றம்
Translocation	இடம் மாறுதல்
Triassic	டிரையாஸிக்
Tuber	கிழங்கு
Turbidity	கலங்கியதன்மை
Turgidity	விறைப்புத்தன்மை

U

Ultra violet ray	புற ஊதாக்கதிர்
Underground stem	தரைகீழ்த் தண்டு
Unit	அலகு

V

Vacuole	வேக்குவோல்
Variation	வேறுபாடு
Vascular tissue	சாற்றுக்குழாய்த் திசு
Vascular plants	சாற்றுக்குழாய்த் திசுவுடைத் தாவரங்கள்
Vegetation	தாவரக்கூட்டம்
Veination	நரம்பமைப்பு
Velamen	வெலெமன்
Velocity	நேர்வேகம்
Vernalization	தட்பப் பதனம்
Vessels	வெஸல்கள்
Vigour	வீரியம்
Virus	வைரஸ்

Viscosity	பாகுத்தன்மை
Vivipary	விவிபேரி

W

Water holding capacity	நீர்கொள்திறன்
Water pore	நீர்த்துளை
Water table	நில நீர் மட்டம்
Wave length	அலை நீளம்
Wax coating	மெழுகுப் பூச்சு
Weeds	களைச் செடிகள்
Wilting	வாடுதல்
Wild type	இயற்கையாக வளர்ந்த இனம்
Wind currents	காற்றலைகள்

X

Xeromorphic characters	வறட்சி உருவப் பண்புகள்
Xerophyte	வறண்ட நிலத்தாவரம்
Xerarch succession	வறள்நில வழிமுறை வளர்ச்சி
Xylem	சைலம்

Z

Zygote	சைகோட்

கல்லூரி நூல் வெளியீட்டு இயக்குநரகம்

சென்னை

1970 ஜனவரிவரை வெளியீட்டுள்ள நூல்கள்

			ரூ.	பை.
பொருளாதாரம்				
* 1.	பொருளாதாரம்—I	... சி. வேலாயுதம்	... 6	50
* 1-A	,, —II	... ,,	... 9	00
* 2.	சோவியத் பொருளாதார வளர்ச்சி	... டாக்டர் எம். ஜே. கே. தவராஜ்	... 4	25
* 3.	அமெரிக்கப் பொருளாதாரம்	... ,,	... 4	50
* 4.	பொருளாதாரச் சிந்தனை வரலாறு	... சோணாசலம்	... 7	00
* 5.	பன்னாட்டு வாணிபம்	... மு. ஆரோக்கியசாமி	... 6	00
6.	புதுமைப் பொருளாதாரக் கூறுகள்	... திருமதி ஆர். தாமரஜாட்சி	... 12	00
7.	பொருளாதாரம்—ஓர் அறிமுகம்—I	... தி. சி. மோகன்	... 12	00
8.	,, ,, —II	... எம். ஏ. அபூர்வசாமி, பி. வி. ஸ்ரீனிவாசன்	... 10	75
9.	பொருளாதாரக் கோட்பாடு வளர்ந்த வரலாறு	... க. முத்தையன்	... 7	00
10.	பணவியலும் பாங்கியலும்—I	... சி. வேலாயுதம்	... 6	75
*11.	,, II	... ,,	... 11	50
*12.	நவீன பாங்கு இயல்	... க. வெற்றிவேல்	... 7	50
*13	இந்தியச் செலவாணியும் பாங்கு முறையும்	... பி. வி. ஸ்ரீனிவாசன்	... 5	50

*மூலநூல் (Original book)

பொருளாதாரம் (தொடர்ச்சி)

			ரூ.	பை.
14.	அரசாங்க நிதி இயல்	... அர. சேஷாசலம்	... 4	75
15.	இந்தியப் பொருளியல்—I	... எம். பாலசுப்பிரமணியன்	... 10	00
16.	,, II	... எம். லூர்துநாதன்	... 4	25
17.	நமது பொருளாதாரப் பிரச்சினை—I	... சி. சுந்தரராஜன்	... 10	75
18.	,, II	... எஸ். குழந்தைநாதன்	... 10	50
19.	இங்கிலாந்தின் பொருளாதார வரலாறு—I	... கீ. சீ. இராமசாமி	... 6	00
20.	,, II	... ,,	... 6	00
21.	அமெரிக்காவின் நவீன பொருளாதார வளர்ச்சி	... தி. சி. மோகன்	... 5	00
22.	அமெரிக்கப் பொருளாதார வரலாறு—I	... மு. க. சுப்பிரமணியம்	... 11	00
23.	,, ,, II	... பி. வி. சீனிவாசன்	... 6	50
24.	,, ,, III	... ,,	... 6	50
25.	அரசாங்க நிதியியலின் பொருளாதாரம்—I	... மா. குமாரசாமி	... 10	00
26.	,, ,, II	... அர. சேஷாசலம்	... 9	50
27.	இந்தியாவின் பொருளாதார வளர்ச்சி—I	... தே. வேலப்பன்	... 10	00
28.	,, ,, II	... ஜி. சிதம்பரம்	... 8	00
29.	பணம்—சிறு விளக்கம்	... கோ. இராதாகிருஷ்ணன்	... 10	00
30.	வணிக இயலின் தத்துவங்கள்	... கு. ஆளுடைய பிள்ளை	... 9	50
31.	பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டில் கிரேட் பிரிட்டனில் தொழில்—வாணிகப் புரட்சி	... சு. ரா. கருப்பண்ணன்	... 11	00
32.	பென்ஹாம் பொருளாதாரம்—I	... ஏ. குழந்தை	... 11	00
33.	,, ,, II	... எஸ். குழந்தைநாதன்	... 7	00
34.	வரவு செலவுத் திட்டம்	... ஆர். ரங்காச்சாரி	... 6	00

			ரூ.பை.
	பன்னாட்டுப் பொருளாதாரம்—I	... ஏ. குழந்தை	... 7 50
36.	,, ,, II	... கே. எஸ். இராமசாமி	... 9 00
37.	பொருளாதார ஆய்வு நூல்—I	... கோ. இராதாகிருஷ்ணன்	... 7 75
38.	,, ,, II	... ,,	... 7 00
39.	வளர்ச்சியுறாத நாடுகளின் அரசாங்க நிதியியல்...	க. வெற்றிவேல்	... 4 25
40.	வளர்ச்சி குறைந்த நாடுகளின் முதலாக்கம் பற்றிய சிக்கல்கள்	... மா. குமாரசாமி	... 5 50
41.	1939 முதல் இந்தியாவின் பணவீக்க விலைப் போக்குகள்	... சி. சுந்தரராஜன்	... 7 50
42.	பொருளாதர வளர்ச்சிபற்றிய கட்டுரைகள்	... எம். கே. சுப்பிரமணியம்	... 7 50
43.	இந்தியப் பொருளாதார வரலாறு (1857—1956)—I	... ம. திருநாவுக்கரசு	... 7 00
44.	பொருளாதாரம்—ஓர் அறிமுகம்	... பு. வி. சீனிவாசன்	... 6 25

வரலாறு

*45.	பிரிட்டன் வரலாறு—I	... கி. ர. அனுமந்தன்	... 4 50
*46.	,, ,, II	... ,,	... 3 50
*47.	,, ,, III	... ,,	... 7 25
*48.	ஐரோப்பிய வரலாறு—I	... டி. வி. சொக்கப்பா	... 4 50
49.	ஐரோப்பா—கடந்த ஐந்து நூற்றாண்டு காலச் சரித்திரம்	... வை. விருத்தகிரீசன்	... 15 00
50.	இங்கிலாந்து வரலாறு—I	... இரா. அண்ணாமலை	... 13 00

*மூல நூல் (Original book)

வரலாறு (தொடர்ச்சி)

			ரூ.	பை.
51.	இங்கிலாந்து வரலாறு—II	பா. மாணிக்கவேலு	13	00
52.	,, ,, III	என். ஜே. ராஜகோபால்	8	00
53.	,, ,, IV	,,	8	00
54.	இங்கிலாந்தின் வரலாறு—I	க. த. திருநாவுக்கரசு	15	00
55.	,, ,, II	எம். எக்ஸ். மிராண்டா	8	00
56.	,, ,, III	,,	5	00
57.	இந்தியாவின் சிறப்பு வரலாறு—I	தி. வெ. குப்புசாமி	7	50
58.	,, ,, II	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப்	9	00
59.	,, ,, III	அ. பாண்டுரங்கன்	11	00
60.	கிரேக்க நாட்டு வரலாறு—I	சைமன் ஐ. எஸ். பாக்கியநாதன்	7	50
61.	,, ,, II	,,	7	00
62.	,, ,, III	பி. இராமாநுஜம் தேவதாஸ்	7	75
63.	ஆக்ஸ்ஃபோர்டின் இந்திய வரலாறு—I	தி. வெ. குப்புசாமி	8	25
64.	,, ,, II	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப்	7	50
65.	,, ,, III	க. த. திருநாவுக்கரசு	10	50
66.	முகலாயப் பேரரசு—I	ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப், எம். எக்ஸ். மிராண்டா	7	50
67.	,, II	எம். எக்ஸ். மிராண்டா, பா. மாணிக்கவேலு	7	75
68.	ஆங்கில அரசியலமைப்பின் வரலாறு—I	வை. வைத்தகிரீசன்	7	50
69.	,, ,, II	வை. வைத்தகிரீசன், இரா. அண்ணுமலை	6	50
70	,, ,, III	இரா. அண்ணுமலை, பா. மாணிக்கவேலு	6	50
71.	,, ,, IV	பா. மாணிக்கவேலு	7	00
72.	ஆங்கிலேயரின் சமுதாய வரலாறு—I	சி. ஈ. இராமச்சந்திரன்	6	50

73.	,, ,, —II	... சி. ஈ. இராமச்சந்திரன், இரா. ஆலாலசுந்தரம்	...	6 75
74.	,, ,, —III	... ஆர். ஆலாலசுந்தரம்	...	6 50
75.	இந்தியாவில் முகலாயரின் ஆட்சி—I	... பா. மாணிக்கவேலு	...	5 00
76.	,, ,, —II	... ஏ. உஸ்மான் ஷெரீப்	...	6 00

அரசியல்

*77.	அரசியல் அமைப்புகள்	... ஜே. இராமச்சந்திரன்	...	4 62
78.	அரசாங்கத்தின் வரலாறு	... மோ. கிளாரன்சு, டி.டி.பெலிக்ஸ்	...	7 50
79.	இந்திய அரசியலமைப்பு	... வீ. கண்ணையா	...	4 75
80.	அரசியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்	... டி. செல்லப்பா	...	8 50
81.	தற்கால அரசியல் அமைப்புகள்	... மோ வள்ளுவன் கிளாரன்சு	...	8 50
82.	பன்னாட்டு அரசியல்—I	... திருமதி நூர்ஜஹான் பாவா	...	16 00
83.	,, II	... ,,	...	13 25
84.	பொதுத்துறை ஆட்சி இயல்—I	... வீ. கண்ணையா	...	9 00
85.	,, ,, II	... இ. ஜெகதீசன்	...	7 25
86.	பொதுத்துறை ஆட்சியியலுக்கு ,, ஓர் அறிமுகம்—I	... வீ. கண்ணையா	...	7 50
87.	,, II	... டி. செல்லப்பா	...	7 50
88.	இந்திய அரசியலமைப்புத் திட்டம்	... தி. வெ. குப்புசாமி, எஸ். சுப்பிரமணியன்	.	9 25
89.	இந்திய ஆட்சி அமைப்புமுறை வளர்ச்சி—I	... வீ. கண்ணையா	...	6 25
90.	,, ,, II	... வீ. கண்ணையா, கி. ர. அனுமந்தன்	...	5 75

*மூலநூல் (Original book)

அரசியல் (தொடர்ச்சி)

			ரூ.	பை.
91.	இந்திய ஆட்சி அமைப்புமுறை வளர்ச்சி—III	கி. ர. அனுமந்தன்		
*92.	மக்கள் ஆட்சி	க. சந்தானம்	4	25
93.	1919 முதல் சர்வதேச உறவுகளும் உலக அரசியலும்	என். ஜே. ராஜகோபால்	7	75
94.	சமூக, அரசியல் கொள்கையின் அடிப்படைகள்	மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்ஸ்	7	00
95.	அரசியலமைப்புச் சட்ட ஆய்வுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I	பா. சூரியநாராயணன்	5	50
96.	,, ,, II	பா. சூரியநாராயணன், கி. ர. அனுமந்தன்	6	00
97.	,, ,, III	கி. ர. அனுமந்தன்	5	75

உளவியல்

98.	குழந்தை உளவியல்—I	கி. ர. அப்புள்ளாச்சாரி	8	00
99.	,, II	,,	7	00
100.	உட்கவர் மனம்	சி. ந. வைத்தீஸ்வரன்	7	00
101.	இளையோர் உளவியல்—I	தி. இரா. அரங்கராசன்	12	00
102.	,, ,, —II	தி. இரா. அரங்கராசன்	9	00
103.	சமூக உளவியல்	என். வேதமணி மானுவேல்	9	25
104.	பிறழ்நிலை உளவியல்	அ. பெசன்ட் கிரீப்பர்ராஜ்	11	00
105.	பித்தரின் உள்ளம்	,,	3	00
*106.	குமர உள்ளம்	டாக்டர் மூ. அறம்	6	25

தத்துவம்				
*107.	இந்து சமயத் தததுவம்	... ஞா. ராஜாபகதூர்	... 5	50
108.	அறிவு ஆராய்ச்சி இயல்	... ஆர். ராமானுஜாச்சாரி	... 3	50
109.	மேலைநாட்டுத் தத்துவம்	... ஆர். எஸ். தேசிகன்	... 3	50
110.	அத்துவித தத்துவம்	... கோ. மோ. காந்தி	... 6	50
111	ஆங்கிலேயப் பயன்வழிக் கொள்கையினர்	... மோ. வள்ளுவன் கிளாரன்சு	... 5	50
112	இந்தியத் தத்துவம் —I	... வ. அ. தேவசேனுபதி, பா. நா. சண்முகசுந்தரம்	... 3	50
113.	,, II	... ,,	... 6	00
114.	மெய்ப்பொருளியல் — ஓர் அறிமுகம் — I	... சி. இராமலிங்கம்	... 6	00
அறவியல்				
115.	அறவியல்—ஓர் அறிமுகம்	... கோ. மோ. காந்தி	... 8	50
அளவையியல்				
116.	அளவையியல் — தொடக்க நூல்	... கி. ர. அப்புள்ளாச்சாரி	... 2	50
***மானிடவியல்**				
117.	மானிடவியல்	... ம. சு. கோபாலகிருஷ்ணன்	... 4	75
118.	பண்பாட்டுக் கோலங்கள்	... கி. பூ. சுப்பிரமணியம்	... 5	50
119.	இந்தியாவில் குடியானவர் வாழ்க்கை	... எஸ். இலட்சுமி	... 3	50
சமூகவியல்				
120.	சமூகவியலின் அடிப்படைக் கோட்பாடுகள்	... ஜே. நாராயணன்	... 10	50
புவியியல்				
121.	ஆசியா—I	... கொ. சேஷ. நரசிம்மன்	... 9	50
122.	,, II	... ,,	... 8	75
123.	ஐரோப்பாக் கண்டத்தின் புவியியல்	... ஏ. எஸ். நாராயணன்	... 8	50
*214.	தென்கிழக்கு ஆசியா	... ஜி. கிருஷ்ணமூர்த்தி	... 8	50

*மூலநூல் (Original book)

			ரூ.	பை.
புவியியல் (தொடர்ச்சி)				
*125.	வட அமெரிக்கா	குமாரி இரா. அலமேலு	8	25
*126.	தென் அமெரிக்கா	எம். என். பத்மநாபன்	9	00
*127.	தென் கண்டங்கள்—ஆஸ்திரேலியா	திருமதி எச். நியூமன்	4	00
*128.	,, —ஆஃப்ரிக்கா	எஸ். முத்துக்கிருஷ்ணக்கரையாளர்	3	25
*129.	புவிப்புறவியல்—II	நா. அனந்தபத்மநாபன்	6	00
*130.	செய்முறைப் புவியியல்	சு. ஜெயசந்திரன்	9	00
*131.	மக்கட்பரப்பியல்	வி. எஸ். அனந்தபத்மநாபன்	6	25
*132.	சமுத்திரவியல்	கோ. இராமசாமி	6	50
133.	காலநிலை இயல்—I	கொ. சேஷ. நரசிம்மன்	10	00
134.	,, II	,,	5	00
135.	காலநிலை இயல்	திருமதி இராதா	10	00
136.	வளியியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்	கோ. இராமசாமி	11	00
137.	புவி அமைப்பு இயல்	சி. விஸ்வநாதன்	4	75
138.	பௌதிகப் புவியியலும் புவியமைப்பியலும்	கோ. இராமசாமி	6	00
139.	சிஷோமின் வாணிகப் புவியியல்—I	எஸ். மாணிக்கம்	9	50
140.	,, ,, II	எம். கார்த்திகேயன்	12	00
141.	,, ,, III	சி. எஸ். நரசிம்மன்	5	75
புள்ளியியல்				
*142.	புள்ளியியல்—அறிமுகம்	சு. வைத்தியநாதன்	10	00
143.	புள்ளியியல் முறைகள்—I	கோ. சண்முகசுந்தரம்	10	00
144.	,, II	இராஜகோபாலன்	14	00
145.	நம்மைச் சுற்றியுள்ள பேரண்டம்	தி. வி. லட்சுமி நரசிம்மன்	6	50
உயர்கணிதம்				
*146.	ஆயத்தொலை வடிவகணிதம்	டி. கே. மாணிக்கவாசகம் பிள்ளை	12	50
*147.	வகை நுண்கணிதம்	,,	8	00
*148.	தொகை நுண்கணிதம்	கோவிந்தராசன்	9	00

எண்	நூல்	ஆசிரியர்	ரூ.	பை.
விலங்கியல்				
*149.	விலங்கியல்	பெ. மா. அண்ணுமலை, இரா. முருகேசன்	12	00
பௌதிகவியல்				
150	ஒளி நூல்	சு. சம்பத்து.	10	00
விஞ்ஞானம்				
*151	வானவெளி வெற்றி	டாக்டர் எம். ஏ. தங்கராஜ்	6	00
*152	ரேடியோ	டாக்டர் பி. திருஞானசம்பந்தம்	4	75
*153.	எக்ஸ் – கதிர்கள்	பெ. நா. அப்புசாமி, ஜே. பி. மாணிக்கம்	4	50
*154.	பாம்புகள்	பெ. மா. அண்ணுமலை	3	50
*155.	தாவரம்—வாழ்வும் வரலாறும்	டாக்டர் கு. சீனிவாசன்	8	00
*156.	கரும்பு	கு. பெரியசாமி	4	00
*157.	தாவரங்களின் வாழ்வியல்	எஸ். சுந்தரம்	6	50
மருத்துவம்				
*158.	நீரிழிவு—க்ஷயரோகம்	டாக்டர் ஜி. வெங்கடசாமி, டாக்டர் ஏ. கதிரேசன்	2	50
159.	மகப்பேறும் மாதர் நோயும்	டாக்டர் (குமாரி) மணிமேகலை	8	25
*160.	பாக்டீரியா	சு. சுந்தரம்	2	50
161.	புற்றுநோய்	அ. கதிரேசன்	3	50
162.	உடலியங்கியல்—I	டாக்டர்கள் ஜி. வேங்கடசாமி, டி. சரோஜினி, எஸ். கே. துரைராஜ், ஆர். சேது	6	75
163.	,, II	,,	5	50
164	என்புருக்கி நோய்	டாக்டர் அ. கதிரேசன்	7	25
பொறியியல்				
165.	நீங்களே உங்கள் வீட்டைக் கட்டலாம்	கே. வி. கிருஷ்ணராஜ், சி. ஆர். சுப்பிரமணியம், ஆர். இராமசாமி, கே. வேணுகோபால்	8	50

*மூலநூல் Original Book)

			ரூ.	பை.
கூட்டுறவு				
166.	உலகக் கூட்டுறவு இயக்கம்	அ. வேல்மணி	5	50
சட்ட				
*167.	குற்றவியல் சட்டம்	எம். சண்முகசுப்பிரமணியம்	10	00
பொது நூல்கள்				
168.	மகாத்மா காந்தி	சரஸ்வதி தங்கையன்	3	25
169.	விவசாயப் புரட்சி	வி. கார்த்திகேயன்	8	00
*170.	சேமக் கை நூல்	ஆ. சுப்பிரமணியன்	2	50
*171.	முற்காலச் சோழர் கலையும் சிற்பமும்	எஸ். ஆர். பாலசுப்பிரமணியம்	9	00
*172.	உணவும் ஊட்டமும்	தி. வேங்கிடகிருஷ்ணய்யங்கார்	4	50
புகுமுக (P.U.C) வகுப்புகளுக்குரியவை				
*173.	உலக வரலாறு	டி. ஆர். இராமச்சந்திரன்	4	00
*174.	பொருளாதாரம்	ஜி. சிதம்பரம்	2	75
*175.	வணிகவியலுக்கு ஓர் அறிமுகம்—I	கு. ஆளுடைய பிள்ளை	2	50
*176.	,, ,, II	,,	2	25
*177.	பௌதிகம்	டாக்டர் பி. திருஞான சம்பந்தம், ஆர். நாகராஜன்	7	50
*178	புகுமுக பௌதிகம்	டாக்டர் எம். ஏ. தங்கராஜ்	5	75
*179.	புகுமுக வகுப்புக் கணிதம்—I	கே. ராஜகோபாலன்	7	00
*180.	,, II	கே. இராஜகோபாலன்	3	00
*181.	புதுமுக வகுப்புக் கணித நூல்—I	டி. கோவிந்தராஜன், முத்துசாமி	7	00
*182.	,, II	,, ,,	4	50
*183.	கணிதம்—ஓர் அறிமுகம்—I	ஆர். மகாதேவன்	4	75
*184.	,, ,, II	,,	3	25
*185.	வேதியியல்	பி. டி. முனியப்பா, ஆர். முத்துலட்சுமி	7	00

*186.	புகுமுக வேதியியல்	சி. ஏ. பத்மநாபன்	5 50
*187.	விலங்கியல்	எஸ். ஆப்ரசாம்	4 00
*188.	புகுமுக விலங்கியல்	பெ. மா. அண்ணுமலை	7 25
*189.	புகுமுக வகுப்புத் தாவரவியல்	எஸ். சுந்தரம்	4 50

பட்டப் படிப்புக்குரிய (B.Sc.) நூல்கள்

பௌதிகம் (Physics)

*190.	எந்திரவியல்—சிறப்புப் பாடம் (Book I)	ஆர். நாகராசன்	6 25
*191.	வெப்பவியல்—சிறப்புப் பாடம்	கே. நாச்சிமுத்து	5 25
*192.	செய்முறை பௌதிகம்—சிறப்புப் பாடம் (Book I)	டி. கமலக்கண்ணன், எஸ். கிருட்டிணசாமி	4 50
*193.	பௌதிகம்—துணைப் பாடம்—I (Book I)	பி. தங்கராஜன்	4 00
*194	,, (Book II)	,,	3 00
*195.	செய்முறை பௌதிகம்—துணைப் பாடம்	கே. பாசுகரன், இரா. செயராமன்	4 50
*196.	மின்னியல் காந்தவியல் (Book I)	டி. ஏ கருப்பண்ணன்	4 70
*197.	ஒளியியல் சிறப்புப் பாடம்	டாக்டர் வி. சண்முகசுந்தரம், டாக்டர் ஆர். சபேசன்	7 75

வேதியியல் (Chemistry)

*198.	செய்முறை கனிம வேதியியல்—சிறப்புப் பாடம்	டி. இராமலிங்கம்	2 25
199.	பௌதிக வேதியியல் (Book I)	டி. சக்திவேலு	4 00
*200.	கனிம வேதியியல்—துணைப்பாடம்	சி. ஏ. பத்மநாபன்	6 50
*201.	கனிம வேதியியல் (Book I)	பி. டி. முனியப்பா	4 00
*202.	பொது பௌதிக வேதியியல்—துணைப்பாடம்	ஆர். துளசிதாஸ்	4 75

*மூலநூல் (Original Book)

No.	நூல்	ஆசிரியர்	ரூ.	பை.
கணிதம் (Mathematics)				
*203.	இயற்கணிதம்—சிறப்புப் பாடம் (Book I)	டி. கோவிந்தராஜன், கே. முத்துசாமி	4	25
*204.	தொகுமுறை வரைகணிதம்-சிறப்புப் பாடம்	ஆர். மகாதேவன்	2	00
*205.	எண்சார் கணிதம்—சிறப்புப் பாடம்	எம். எம். இராமசாமி	5	50
*206.	திரிகோண கணிதம்—சிறப்புப் பாடம்	வி. அரங்கநாதன்	3	25
*207.	கணிதம் — துணைப்பாடம்	ஆர். அனுமந்தராவ்	6	00
*208.	நிலையியல்—சிறப்புப்பாடம்	கே. இராஜகோபாலன்	5	00
புள்ளியியல் (Statistics)				
*209.	புள்ளியியல்—துணைப்பாடம்	எஸ். கருப்பையா	3	50
விலங்கியல் (Zoology)				
*210.	முதுகெலும்பற்றவை—I—சிறப்புப் பாடம்	ஆர். முருகேசன்	11	50
	II—சிறப்புப் பாடம்	திருமதி எஸ். கே. வள்ளி	11	25
*212.	முதுகுநாணுள்ளவை I—சிறப்புப் பாடம் (Book I)	திருமதி ராணி கந்தசாமி	8	00
*213.	,, (Book II)	,,	9	75
*214.	முதுகுத்தண்டுள்ளவை—II—சிறப்புப்பாடம்	திருமதி கிருஷ்ணவேணி நாராயணன்	11	75
*215.	முதுகெலும்பற்றவை — துணைப்பாடம்	என். ராமலிங்கம்	9	00
*216.	முதுகுநாணுள்ளவை — துணைப்பாடம்	வி. சேது	10	00
தாவரவியல் (Botany)				
*217.	தாவர வெளி உள்ளமைப்பியல்களும் வகைப்பாட்டியலும்—சிறப்புப் பாடம்	கே. ராஜசேகரன்	11	00
*218.	தாவரப் புற அமைப்பியல்	கே. பாலசந்திரகணேசன்	9	25
*219.	தாவர உள்ளமைப்பியல்	டாக்டர் ஏ. கோவிந்தராஜுலு	7	25

*மூலநூல் (Original Book)